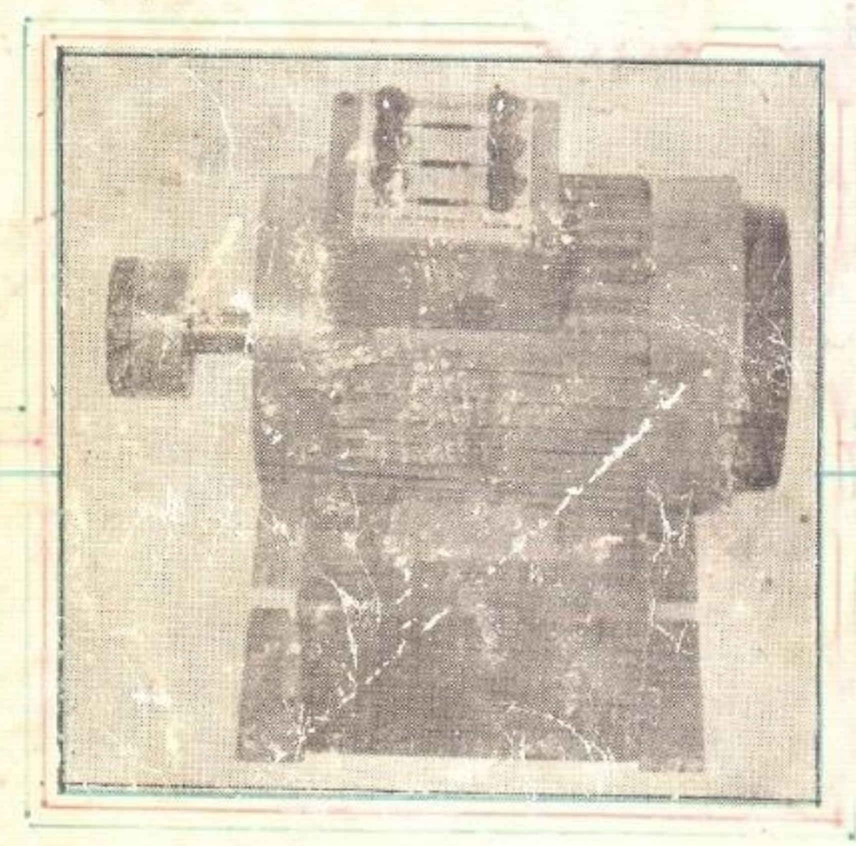


حسابات وطرق لف محركات التيار المستمر
محركات التيار المتغير والمحولات الكهربية

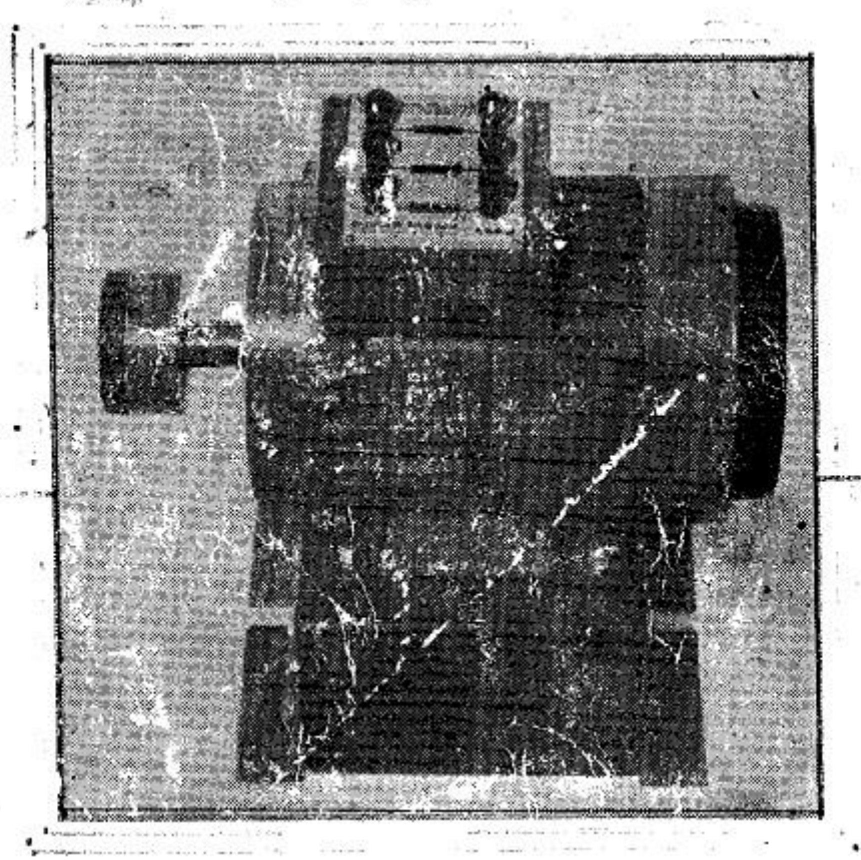


إعداد
محمد فريد محمد فهمي
موجه الكهرباء العملي بالتعليم الصناعي

طبعة ١٩٩١

الكهرباء العملية

حسابات وطرق لف محركات التيار المستمر
محركات التيار المتغير والمحولات الكهربية



إعداد

محمد فريد محمد فهمي

موجه الكهرباء العملي بالتعليم الصناعي

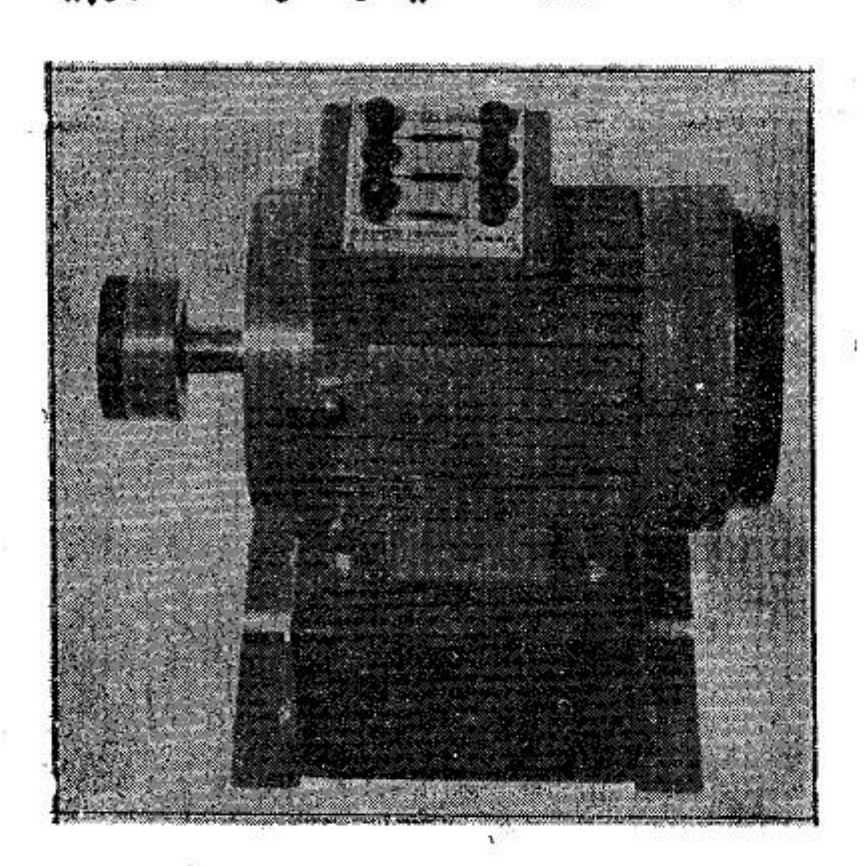
طبعة ١٩٩١



م / عبد ابراهيم علي

الكهرباء العملية

حسابات وطرق لف محركات التيار المستمر
محركات التيار المتغير والمحولات الكهربية



إعداد

محمد فريد محمد فهمي

موجه الكهرباء العملي بالتعليم الصناعي

طبعة ١٩٩١

الحمد لله تعالى الذى تتم بنعمه الصالحات

لقد وفقت بتصوير النسخة اسكنر بصورة جديده وطباعة ممتازة

نسألكم الدعاء بظهر الغيب لي ولوالدي

اخوكم في الله عبدالمهيمن فوزى



بسم الله الرحمن الرحيم

كلمة حق وشكر

احمد الله على ثقة الجميع فى كتابى الكهرباء العملية ونظرا لنفاذ الطبعة السابقة فقد قمت بتزويد هذه الطبعة الجديدة بمعلومات وبيانات متعددة لم تكن فى الطبعة السابقة حيث وجدت فيها ما يفيد كل من يعمل فى هذا المجال وانى أدعو الله أن يوفقنى دائما لخدمة جميع السادة الزملاء وأن اكون عند حسن الظن بى من الجميع .

مع تقديم خالص التحية لكل من ساهم وكانت له لمسة فنية أو علمية فى هذه الطبعة

السادة

ادوار غبريال

خبير بالتعليم الصناعى

بشير أمين محمد الجندى

وكيل القاهرة الفنية بالقبة

سيد أمين سيد

موجه كهرباء بالجيزة

نبيل عبد الفتاح

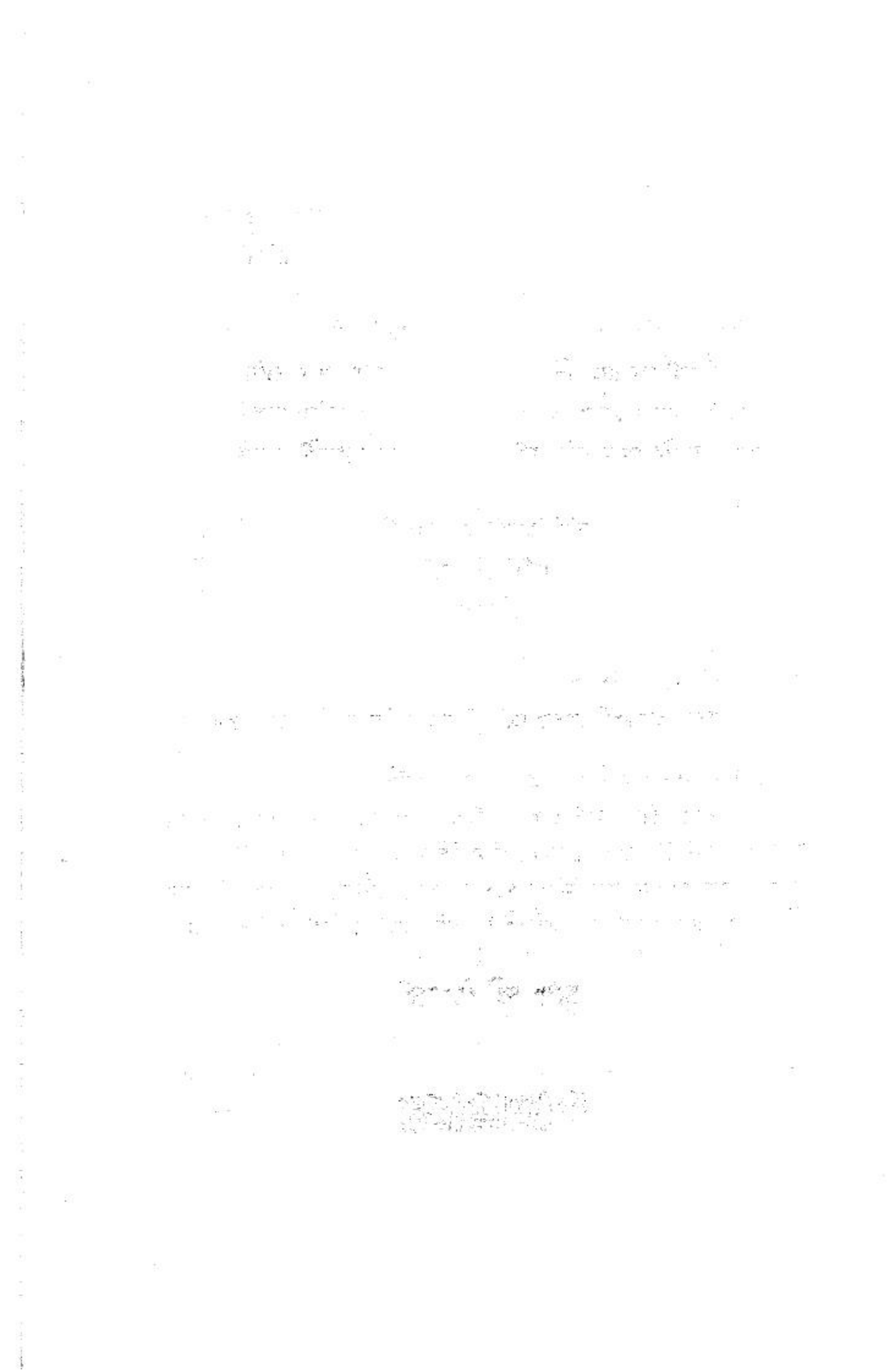
وكيل القاهرة الفنية بالقبة

أحمد محمد خليفة

وكيل الجيزة الكهربية

الزميل

محمد فريد



تعريف عربى انجليزى

English	عربى	English	عربى
Filament Lamp	مصباح عاده	Cable lug	نهــاية كابل
Fluorescent Lamp	مصباح فلورسنت	Terminal Lug	نهاية موصــل
Mercuy - vapour Lamp	مصباح زئبقى	Dividing box	صندوق تفريغ بواط
Sodium - vapour Lamp	مصباح صوديوم	Underground distribution	توزيع كابلات تحت الأرض
Fuse	مصـــهر	Motor	محرــك كهربى
Tumbler switch	مفتاح عاده	A. C. motor	محرك تيار متغير
Double - throw switch	مفتاح بسكين سلم	D. .C. motor	محرك تيـــار مستمر
Button switch	ضاغط جرس	Repalsion motor	محرك تنافرى
Knife Switch	مفتاح سكينة	Schrage motor	محــرك شراجا
Socket - outler	مأخذ تيار بريزة	Slip - ring motor	محرك بحلقات انزلاق
Ballast	ملف خانق	Squirrel - cage motor	محرك قفص سنجاب
Bell transformer	محــول جرس	Universal motor	محرك عــام
Starter	بادىء تشغيل	Dynamo	مــولد كهربى
Trembling bell	جرس رنـــان	Generating station	محطـــة توليد
Buzzer	جرس طنان	Substation	محطـــة فرعيـــة
Time Switch	مفتــاح توقيت	Transformer substation	محطة محــولات
Contactor	مفتاح تلامس بقاطع تلقائى	Switch board	لوحة توزيـــع
Reversing Switch	مفتــاح عاكس	In - Series	عــلى التوالى
Oil circuit breaker	مفتاح قاطع زيتى	In - Parallel	عــلى التوازى
		Collector shoe	عضــو توزيع
Busbar	موصل قضبان رئيسية	Commutator	عضــو توحيد
Overhead line	موصل خط هوائى	Alternating Current	تيـــار متغير
Tower	برج شد الأســلاك	Direct current	تيــار مستمر

مفــكرة سريعــة

المـــادة والكهربـــاء :

تنقسم المـــادة بالنسبة لمرور التيار الكهربى فيها الى نوعين :

١ ـ مـــادة موصـــلة :

وهى المـــادة التى تسمح لمرور التيار الكهربى فيها ، وهى أيضا المادة التى تحتوى على الكترونات حرة ، وقد تختلف هذه المادة فيما بينها بدرجة جودة توصيلها للكهرباء حيث نجد أن الفضة مثلا تعتبر أجود المواد توصيلا للكهرباء ثم باقى المواد حسب جودة التوصيل .

٢ ـــ مـــادة عـــازلة :

وهى المادة التى تقاوم مرور التيار الكهربى فيها ـــ وهى أيضا تختلف فيما بينها بدرجة عزلها حيث نجد ان الميكا الصلبة أجود المواد العازلة ثم تأتى بعد ذلك باقى المواد حسب جودة العزل .

المقاومـــة والكهربـــاء :

يمكننا القول بأن المقاومة هى خاصية المادة المقاومة لمـــرور التيـــار الكهربى ، ووحدة هذه المقاومة هى الأوم (واحد اوم التى تبديها الدائرة التى على طرفيها فرق جهد واحد فولت بحيث يكون التيار المار فى هذه المـــادة مقداره واحد أمير) .

المقاومـــة النوعيـــة :

يمكننا القول أن المقاومة النوعية للمادة هى (مقاومة موصل طولـــه واحد سنتيمتر ومساحة مقطعه واحد سنتيمتر مربع فى اتجاه مرور التيار) .

ويرمز لها (ع) وهى تتناسب طرديا مع الطول وعكسيا مع مساحة مقطع الموصل ـــ فاذا كانت (م) رمز المقاومة ، (ل) رمز طول الموصل ، (س)رمز مقطعه يكون قانون المقاومة كالآتى :

$$م = \frac{ع \times ل}{س} = أوم$$

تعريف وحدات القياس الكهربية

الفولت :

هو وحدة قياس القوة الدافعة الكهربية (ق.د.ك) وهو مقدار القوة الدافعة التى تحدث تيارا شدته واحد أمبير مع موصل مقاومته واحد اوم .

الأمبــير :

هو الوحدة التى تقاس بها شدة التيار الكهربى وهو عبارة عن التيار الذى يمر فى مقاومة مقدارها واحد أوم وفرق جهد بين طرفيها مقداره واحد فولت .

الأوم :

هو الوحدة العلمية لقياس المقاومة وهو عبارة عن مقاومة الموصل الذى يصلح لمرور تيار كهربى شدته واحد أمبير اذا كان فرق الجهد بين طرفى هذا الموصل مقداره واحد فولت .

معامل القــدرة :

هو جيب تمام زاوية الوجه بين موجه التيار وموجه الضغط فى الدائرة الكهربية ، اى ان معامل القدرة يتعلق بالفرق الوجهى بين الضغط والشدة وهو يساوى دائما فى قيمته أقــل من واحــد صحيح ويرمز له (جتا هـ) ويساوى (القدرة الفعلية ÷ القدرة الظاهرية) .

القــدرة الفعليــة :

هى القدرة المستفاد بها وتقاس بجهاز الواتمتر وهى اقل من القدرة الظاهرية لأن هناك جزء من القدرة الظاهرية يفقد فى التغلب على المقاومة التأثيرية والاستاتيكية وتساوى (ض×ش×جتا هـ) .

القدرة الظاهريــة :

وهى أكبر من القــدرة الفعلية المستفاد بها وتقاس بالفولت امبــير وتساوى (ض×ش) .

جدول قانون أوم والقدرة

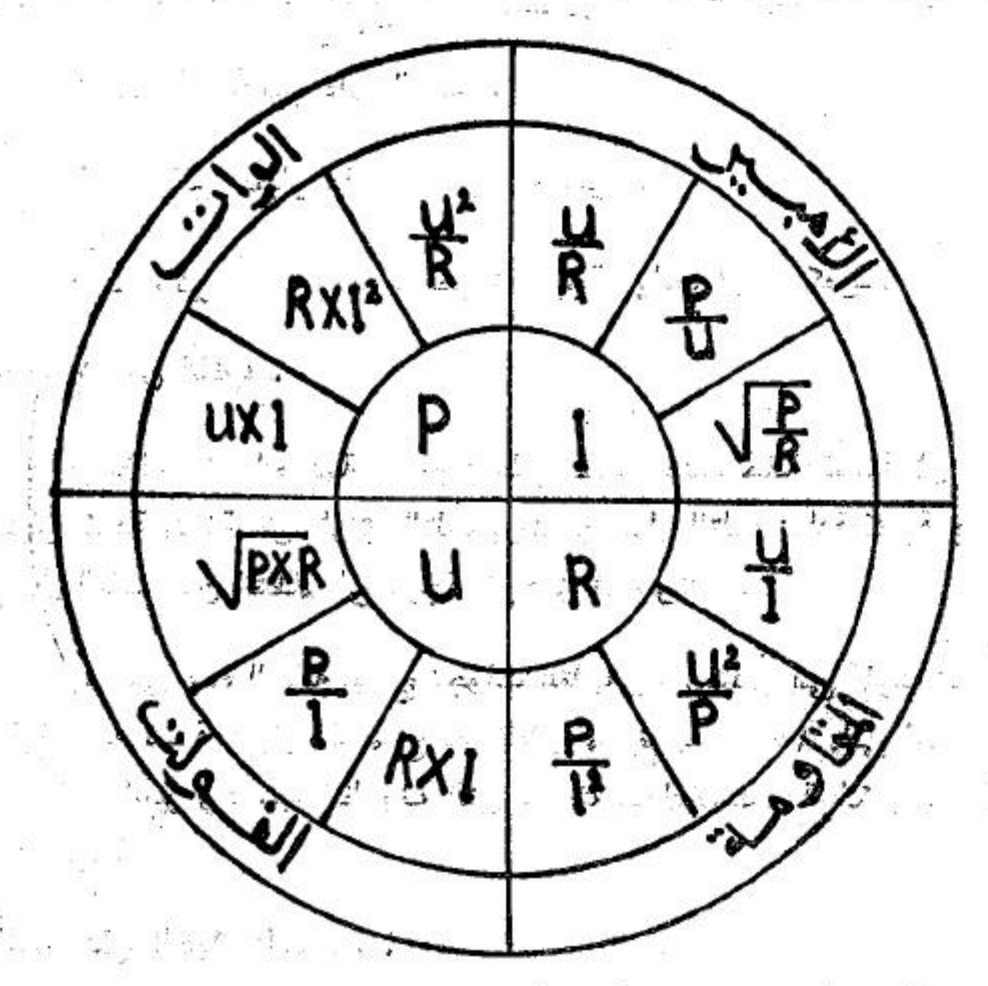
عن طريق هذا الجدول يمكن حساب كل من الآتى :

١ — قيمة الضغط = فولت ________ U

٢ — قيمة شدة التيار = أمير ________ I

٣ — قيمة المقاومة = أوم ________ R

٤ — قيمة القدرة = وات ________ P



على هذا يكون قانون أوم كالآتى :

م = ض / ش = أوم

ض = ش × م = فولت

ش = ض / م = أمبير

الصـــدمات الكهربيـــة وتأثيرها

عـــلى الانســـان

كثيرا ما يتعرض الانسان لصدمة كهربية نتيجة اتصال أى جزء من جسمه مع موصل تيار كهربى غير معزول الأمر الذى ينتج عنه الآتى :

١ ــ تأثير التيار على القلب .

٢ ــ تأثير التيار على الجهاز العصبى .

٣ ــ تأثير التيار بحدوث حروق نتيجة تواجد قوس كهربى .

التأثير عـــلى القلب :

فى حالة تأثير الصدمة الكهربية على القلب تحدث حالة الوفاة لان مرور التيار بشدة معينة عن طريق القلب يزيد من عمل القلب زيادة كبيرة جـــدا فيعمل القلب دون انتظام الى درجة الارهاق ثم يتوقف .

وتسمى هذه الحالة بوهج تجوات القلب وهى تؤدى الى الموت فورا ، ويلبغ حدة شدة التيار المسموح بها للقلب ما يقرب من ٢٥ مللى امبير الى ٧٥ مللى امبير وحسب الظروف التى تحدث فيها الصدمـــة الكهربية ولمدة ٣٠ ثانيـــة .

التأثير على الجهاز العصبى :

كثيرا ما ينتج من الصدمة الكهربية حسب ظروفها وقيمة تأثيرها على الجهاز العصبى حيث يتأثر السمع أو النطق وفى بعض الحالات يختل التوازن والادراك ويمكن أن نصل لدرجة الشلل .

التأثير بحدوث حروق :

فى بعض الحالات ينتج عند الاصابة بحدوث قوس كهربى نتيجة وصلة قصر أو أرضى أو بفعل التأثير الحرارى للتيار .

والاصابة بالحروق الناتجة على القوس الكهربى ليست مميتة ولكن ربما ينتج عنها بعض التشوهات الخطيرة وقد يحدث الاحتراق بالتأثير الحرارى للتيار فى حالة الضغط العالى اذ انه من الممكن فى هذه الحالة مرور تيار كبير جدا خلال الجسم يجعله فى بعض الحالات يصل لدرجة التفحم .

تأثير نـــوع التيـــار

نعرف أن التيار الكهربى ينقسم الى نوعين هما :

١ — تيار ثابت القيمة والاتجاه وهو التيار المستمر وهـــذا التيـــار لا يتعامل مع طرف الارض .

٢ — تيار متردد وهو متغير القيمة والاتجاه وهذا التيار يتعامل مـــع طرف الأرض .

لذا نجد أن التيار المستمر اقل خطرا من التيار المتغير وبالذات فى حالة ما يكون تردد التيـــار المتغير ٥٠ ذبذبة فى الثانية حيث يحدث فى الانسان تصلب فى العضلات ويجعل المصاب من الصعب عليه التخلص من التيـــار الكهربى وبذلك يستمر فترة طويلة بدرجة خطيرة .

ولكن كلما ارتفع تردد التيار المتغير تقل خطورته حيث نجد مثلا التردد العالى الموجود فى محطات الارسال للاذاعة غير ضار نتيجة الأثير السطحى ولكن يكمن خطره فقط فى امكانه احداث حروق فى جسم الانسان .

لذا ومن الشرح السابق وجب اتخاذ الاحتياطات اللازمـــة لوقـــاية الانسان منخطر الكهرباء باستعمال الوقاية وسلك الأرض .

التأثيرات الكهربية فى حياتنا العملية

التأثير الحـــراري :

فى التأثير الحرارى تتحول الطاقة الكهربية الى طاقة حرارية بمرور التيار الكهربى فى معدن خاص ذو مقاومة خاصة تتناسب والغرض المطلوب — حيث يمكن القول انه عندما يمر تيار كهربى فى سلك ذو مقاومة تتولد فيـــه حرارة ظاهرة يمكن ادراكها بالحس .

وتتوقف عملية السخانات والدفايات وغيرها من اجهزة التسخين على هذه الخاصية مع العلم بأن الحرارة المتولدة فى هذه الأجهزة تتناسب مـــع الآتـــى :

١ — زمن مرور التيار فى جهاز التسخين ويقدر بالثوانى .

٢ — مربع شدة التيار فى جهاز التسخين .

٣ — مقدار مقاومة السلك المستعمل فى عملية التسخين بالجهاز .

٤ — استعمال رقم ثابت مقداره (٠٫٢٤) .

من هذه البيانات يمكن استعمال وتكوين قانون تقدير الحرارة المنبعثة من أى جهاز تسخين يراد الاستفادة منه .

القـــانون :

قيمة درجة الحرارة = ٠٫٢٤ × الزمن × مربع شدة التيار × مقاومة الملف = سعرا كما يمكن تحديد مواصفات السلك المستعمل فى جهاز التسخين من حيث طوله ومساحة مقطعه من المواصفات الآتية :

١ — قدرة الجهـــاز .

٢ — ضغط الينبوع .

٣ — شدة التيار فى الجهـــاز .

٤ — مقاومة المتر الطولى من السلك المستعمل .

٥ — المقاومة الكلية لملف الجهاز .

من البيانات السابقة وعن طريق قانون القدرة يمكن الحصول على شدة تيار الجهاز ثم عن طريق قانون أوم يمكن معرفة مقدار المقاومة الكلية للجهاز وباستخدام جدول أسلاك النيكل كروم يمكن التوصل الى كل من طول السلك بعد معرفة مقاومة المتر الطولى منه وكذا مساحة مقطعه وفقا لشدة التيار .

التأثير المغناطيسى

فى التأثير المغناطيسى حيث يمكن بواسطة التيار الكهربى الحصول على مجال مغناطيسى ويتم هذا بمرور تيار كهربى فى ملف من سلك معزول يتناسب من حيث مقاومته وقيمة التيار المار به — ويكون قلب هذا الملف قضيب أو رقائق من الصلب أو الحديد .

فعند مرور التيار الكهربى فى الملف تتولد المجالات المغناطيسية فى القلب الحديدى مع ملاحظة أن قيمة واتجاه هذه المجالات تتناسب مع قيمة واتجاه التيار المار فى الملف — والعكس فانه يمكن الحصول من المجال المغناطيسى على تيار كهربى حيث تقول النظرية (اذا قطع موصل ساحة مغناطيسية بالتعامد عليها تولدت فى هذا الموصل قوة دافعة كهربائية) .

ويستعمل التأثير المغناطيسى فى حالات كثيرة فى حياتنا الصناعية والمدنية منها المولدات والمحركات والمحولات وكذا الأجراس وبعض أنواع المفاتيح الأوتوماتيكية والأوناش الكهربية وغيرها .

التأثير الكيمائى

فى التأثير الكيمائى يستعمل التيار الكهربى فى عمليات التحليل والتكلفة وعمليات شحن البطاريات السائلة عى أن يكون التار المستعمل فى هذه العمليات تيارا ثابتا أى مستمر أو ينبوع بتيار متغير ثم يوحد عن طريق أجهزة توحيد التيار — والعكس فانه مكن الاستفادة من التفاعل الكيمائى للحصول على تيار كهربى مثل ما يحدث فى اعمدة الثانوية .

مولدات ومحركات التيار المستمر

تعتبر مولدات التيار المستمر احدى مصـــادر هذا التيـــار حيث يوجد مصادر أخرى مثل الأعمدة الجـــافة والبطاريات الثانويـــة وعمليات توحيد التيار المتغـــير .

ويعتبر مولد التيار المستمر فى حد ذاته آلة تحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية ، فعندما يراد الحصول على تيار مستمر لابد من أن تتوافـــر الأسباب الآتيـــة :

١ — تواجد الموصل وهو عبارة عن ملف من سلك نحاس معزول .
٢ — تواجد مجال مغناطيسى دائم .
٣ — تواجد وسيلة ميكانيكية اما لتحريك الموصل أو تحريك المجـــال المغناطيسى .

وعلى هذا يكون الحصول عـــلى تيار من مولد التيار المستمر قد بنى على النظرية التى تقول اذا قطع موصل مجال مغناطيسى أو اذا قطع مجـــال مغناطيسى موصل تتولد فى هذا الموصل قوة دافعة كهربية لأن هـــذا المجال عند قطعه للموصل يؤثر على الالكترونات الحـــرة لذرات معدن هذا الموصل فتندفع فى اتجاه واحد من أحد طرفى الموصل الى الطرف الآخر وبذلك يصبح الطرف الذى تتجه اليه الالكترونات موجب التكهرب والطرف الذى تتجه منه الالكرونات سالب التكهرب وينشأ بين الطرفين قوة دافعة كهربية تعمـــل على امرار تيار فى الموصل فى اتجاه عكسى لاتجاه الالكترونات هذا اذا كانت الدائرة مقفلة .

بعد هذا يجب أن نعرف انه لابد من تواجد مغناطيسية ثابتة فى حديد أقطاب المولد كى يبدأ عن طريقها استنتاج القوة الدافعة الكهربية عند ادارة عضو الاستنتاج ثم تغذى ملفات الأقطاب من هذا التيار المستنتج عن طريق منظم فولت يتحكم فى قيمة الفولت المغذى لملفات الأقطاب فنتحكم فى قيمـــة المجال وبالتالى نتحكم فى قيمة الاستنتاج مع ملاحظة أن التيار المستنتج فى مولد التيار المسمر هو تيار متغير والسبب هو دخول ملفات عضو الاستنتاج تدريجيا فى مجال الأقطاب ثم تبدأ الخروج منها وتكرر هذه العملية تحت كل من القطب الشمالى والقطب الجنوبى ولكن عن طريق كل من الفرش وعضو التوحيد يمكن تثبيت قيمة واتجاه هذا التيار وبذلك نحصل على تيار مستمر .

هذا وتعتبر الأجزاء الأساسية التى يتكون منها كل من المولد والمحرك واحدة ولكن تسمى مجموعة القطاعات النحاسـية فى المولد بعضو التوحيد لانها مع الفرش توحد التيار وتسمى فى المحرك بعضو التوزيع لانها توزع التيار على ملفات عضو الاستنتاج .

اهم الأجزاء التى يتكون منها محرك التيار المستمر هى :

١ — دائرة التنبيه .　　　　　٢ — دائرة الاستنتـاج .

٣ — عضـو التوزيـع .　　　　　٤ — فرشـات التغذيـة .

دائرة التنبيـه :

تتكون دائرة التنبيه من جزئين هما حديد الأقطاب وملفات الاقطاب أما حديد الأقطاب فهو عبـارة عن عدد زوجى من القلوب الحـديدية مثبتـة بالسطح الداخلى لهيكل المحـرك أو جسم المحـرك المصـنوع من الحديد أو الزهر المسبوك ويسمى بحامل الاقطـاب وهو يعتبر جـزء من الدائـرة المغناطيسية للمحرك لانه يتمم دائرة الأقطاب وتختلف طريقة تثبيت الأقطاب الحديدية مع حامل الأقطاب فهى تتم اما بطريقة مسامير قلاووظ أو بواسطة التثبيت الفنفارى أو بالطريقتين معا . اما ملفات الأقطـاب فهى تتكون من سلك نحاس معزول له مساحة مقطع معينة وعـدد لفات معينـة حسب حسابات المحرك من حيث الضغط الذى يعمل عليه المحرك وقدرته وتوصيل ملفات الأقطاب يكون بالتوالى مع مراعات مرور التيار فى كل ملف لتـكوين القطبية (شمالى — جنوبى) فيكون مرور التيار فى الملف الشـمالى عكس مروره فى الملف الجنوبى يراعى فى المولدات ان القلب الحديدى للقطب يكون عبارة عن كتلة من الحديد حتى يمكن الاحتفاظ بجزء من المجال بها .

عضو الاسـتنتاج :

يتكون عضو الاستنتاج من مجموعة رقائق من الصاج مجمعة مع بعضها على محور المحرك وهو عمود من الصلب ويوجد بهذه الرقائق مجارى طولية بسطحها الخارجى أما ان تكون مفتوحة أو نصف مقفلة وفائدة هذه المجارى هى وضع ملفات عضو الاستنتاج بها وهى عبـارة عن عدد من الملفات من سلك النحاس معزول لها ايضا مساحة مقطع معينة وعدد لفات معينة حسب حالة المحرك — كما يوجد على محور المحرك مجموعة من القطاعات النحاسية مجموعة مع بعضها ومعزولة كل قطعة عن الاخرى وعن المحور تسمى هذه

القطاعات (عضو التوزيع) أما نوع العزل الموجود بين كل قطعة وأخـرى هو رقائق الميكا الصلبة لتحمل عملية الاحتكاك اما نوع العزل الموجود بـين مجموعة القطاعات وجلبة التجميع فهى الميكانيت المرنة لسهولة تشكيلها فى العزل الداخلى هذا وتلحم اطراف ملفات عضو الاستنتاج البدايات والنهايات فى قطاعات عضو التوزيع بطريقة معينة حسب المبين بعد .

الفــرش :

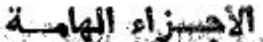
يختلف تكوين الفرشة من حيث المــادة والحجم حسب قــدرة المحرك او المولد فنجدها فى المحركات الصغيرة والمتوسطة عبارة عن قطعــة مــن الكربون الجيد التوصيل للكهرباء توضع فى مكان يسمى (بيت الفرشة) وهو مثبت فى حامل موجود فى أحد غطائى المحرك وفائدة الفرش فى المحــركات هى نقل التيار الى قطاعات عضو التوزيع لتغذيــة ملفات عضو الاستنتاج اما فى المولدات فهى تجميع التيار المستنتج فى ملفات عضــو الاستنتاج عن طريق قطاعات عضو التوحيد لتغذية الدائرة الخارجية (الحمل) بالتيار لذا نجد أن فائدة الفرش فى المحرك عكس فائدتها فى المولد كما انه يتوقف عدد الفرشات فى المحرك على عدد الأقطاب فاذا كان المحرك ذو قطبين (جنوبى — شمالى) كان عدد الفرشات اثنين واحدة جنوبية والأخرى شمالية اما اذا كان المحرك ذو أربعة اقطاب اى قطبين جنوبى وقطبين شمالى كان عدد الفرشات أربعة بحيث توصل الفرشة الأولى مع الثالثة (جنوبى) والفرسة الثانية مع الرابعة (شمالى) هذا ولوضع الفرش وضع خاص يقارن بالنسبة لمحور الأقطاب ويتوقف على هذا الوضع نوعية لحام أطراف ملفات عضو الاستنتاج مع قطاعات عضو التوزيع — أما المحركات والمولدات الكبــيرة يكون تكوين الفرش من الكربون والنحاس معا .

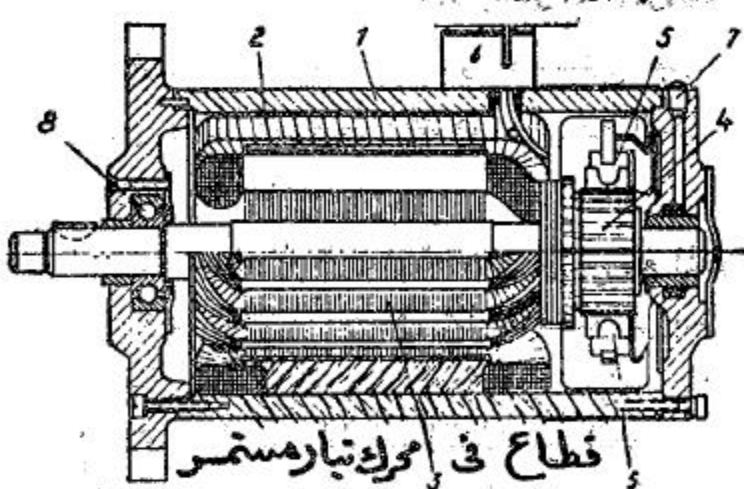
لف عضــو الاســتنتاج

قبل أن نبدأ فى عمليات لف عضو الاستنتاج سواء عن طريق ملفات ثم تجهيزها على الفورمة الخشبية أو عن طريق اللف اليدوى يجب تنفيذ الآتى :

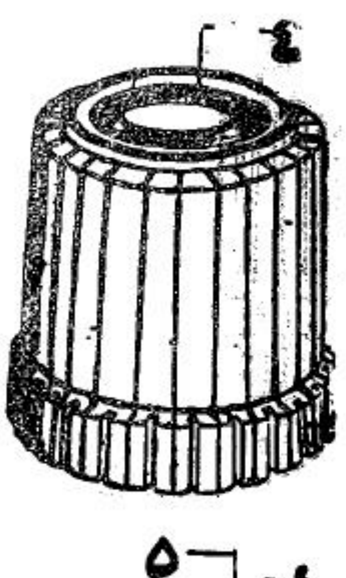
١ — تنظيف مجارى عضو الاستناج من بقايا اللف السابق .

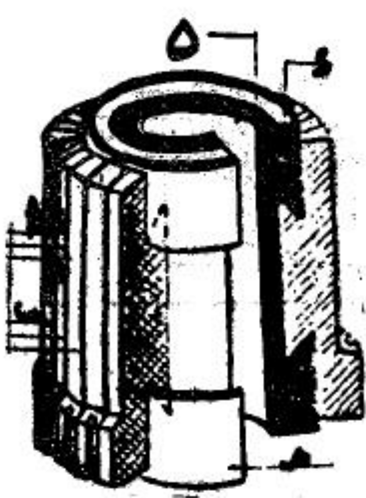
٢ — تنظيف مجارى اللحام والتى يوضع بها اطراف ملفات عضــو الاستنتاج وهى موجودة فى قطاعات عضو التوزيع وذلك من بقايات اللحام السابق ثم خرط عضو التوزيع خرطا ناعما لتسوية سطحه ثم اعادة عزل المجارى وتفليج قطاعات عضو التوزيع .

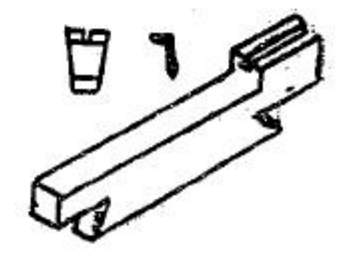


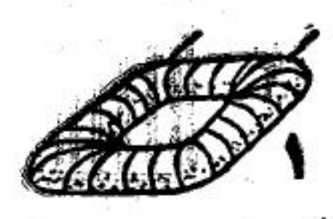


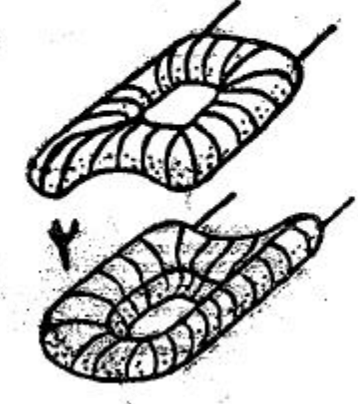
١ — ملف القطب قبل التخديم .
٢ — ملف القطب بعد التخديم .
٣ — وضع الملف مع القطب .
٤ — عضو توزيع كامل .
٥ — قطاع في عضو توزيع .
٦ — قطعة من قطاعات عضو التوزيع .

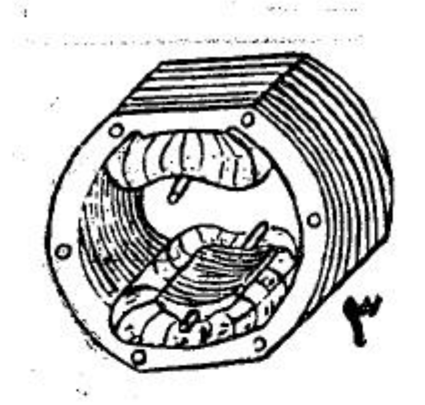












الاختبـــارات اللازمـــة

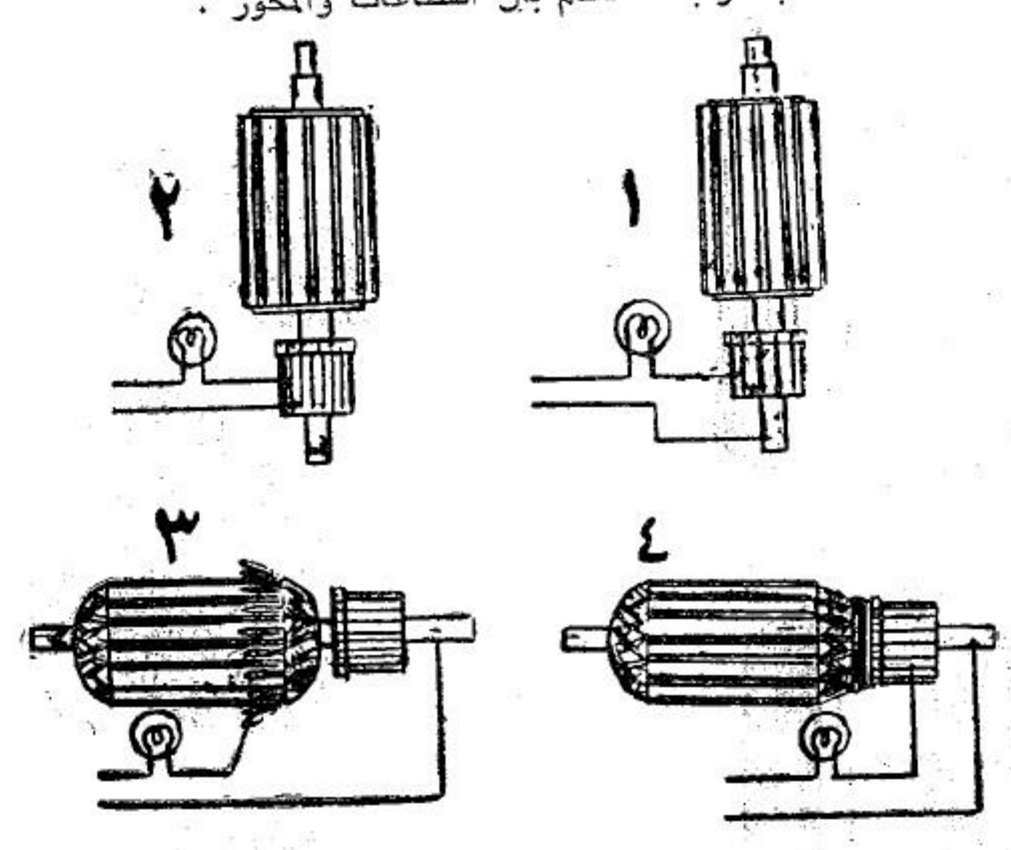
قبل أن نبدأ فى لف عضو الاستنتاج يجب أولا تفليح قطاعات عضـــو التوزيع وخرط سطحها الخارجى اذا لزم الأمر ثم الاختبارات الآتية كما هو موضح بالرسم :

١ — اختبار كل قطعة عضو توزيع مع المحور .

٢ — اختبار بين كل قطعة عضو توزيع والقطعة المجاورة لها يمين ويســـار .

٣ — اختبار أطراف الملفات مع المحور .

٤ — الاختبـــار بعد اللحام بين القطاعات والمحور .



الارتباط بين أجزاء المحرك

للف عضو الاستنتاج يجب التعرف على البيانات الآتية :

١ — عدد الأقطـــاب .

٢ — عدد مجارى عضو الاستنتاج .

٣ — عدد قطاعات عضو التوزيـــع .

٤ — عدد الفرش .
٥ — موضع الفرش بالنسبة للأقطاب .

الارتباطات

أولا : هناك ارتباط بين الأقطاب والفرش وهو نوعين :

(أ) ارتباط عددى فاذا كان المحرك ذو قطبين شمالى وجنوبى كان له فرشتين واحدة شمالى والأخرى جنوبى واذا كان له اربعة اقطاب يكون عدد الفرش أربعة وهكذا .

(ب) ارتباط موضعى بالنسبة لمحور كل من الأقطاب والفرش لتحديد لحام أطراف ملفات عضو الاستنتاج فى قطع عضو التوزيع وهو اما أن يكون المحورين متوازيين أى وضع الفرش أمام منتصف القطب ويكون لحـام الأطراف فى منتصف خطوة الملف واما أن يكون المحـورين متعامدين فيكون اللحام أمام مجرى البداية .

ثانيا : هناك ارتباط بين كل من عدد قطاعات عضو التوزيع وعـدد مجارى عضو الاستنتاج لتحديد عدد الموصلات التى يلف بها كل ملف وذلك عن طريق قسمة عدد القطاعات على عدد المجارى فاذا كان عدد القطاعات يساوى عدد المجـارى كان الناتج موصل واحد للف الملف واذا كان عـدد القطاعات ضعف عدد المجارى كان الناتج موصلين للف الملف .

ثالثا : الارتباط بين كل من الخطوة القطبية والخطوة الخلفية وسنبين هذا فى طرق اللف .

الحصول على الخطوة القطبية من قسمة عدد مجارى عضو الاستنتاج على عدد الاقطـاب .

الحصول على الخطوة الخلفية من قسمة عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب ويجب أن يكون الناتج فردى العدد .

كما يمكن الحصول على الخطوة الخلفية من (الخطوة القطبية × عدد موصلات المجرى) + ١ هذا ولكل من الطريقتين السابقتين للخطوة الخلفية استعمال خاص سنبينه فى طرق اللف .

التحضير لعملية اللف

بعد تنظيف عضو الاستناج من بقايا اللف القديم واختبـــار عضـــو التوزيع للتأكد من سلامته نبدأ فى تجهيز الآتى :

١ — السلك اللازم للف الملفات .   ٢ — حامل لبكرة السلك .
٣ — الفورمة اللازمـــة .   ٤ — حامل الفورمـــة .
٥ — جهاز آفو أو مصباح اختبار .   ٦ — كاوية لحـــام مناسبة .
٧ — مطهر لحـــام والقصدير .   ٨ — مطواه مناسبة .
٩ — قطعة شريط قطن .   ١٠ — قطعة دوبـــاره مناسبة .

لف الملفات له طريقتين اما لف يدوى واما باستعمال الفورمة :

طـــرق لف الملفـــات

أولا : اذا كان اللف يدوى نتبع الآتى :

١ — نبدأ بوضع طرف بداية الموصل أو الموصلين حسب ما يحتويـــه الملف من الموصلات فى أى مجرى من مجارى عضو الاستنتاج ثم نتجه بالسلك الى اليمين بمقدار خطوة الملف العملية ندخل بالموصل فى المجرى ونكمل عدد لفات الملف .

٢ — بعد الانتهاء من لف الملف الأول نبدأ ببداية الملف الثـــانى من مجرى نهاية الملف الأول وحسب خطوة اللف نكمل عدد لفات الملف الثانى .

٣ — بعد الانتهاء من لف الملف الثانى نبدأ ببدايـــة الملف الثالث من مجرى نهاية الملف الثانى وحسب الخطوة نكمل عدد لفات الملف وهكذا حتى نكمل اللف .

ثانيا اذا كان اللف باستعمال الفورمة نتبع الآتى :

اسقط جانب البداية للملف الأول ولا تسقط النهاية ثم بداية الثانى والثالث والرابع حتى تصل الى المجرى المفروض اسقاط فيها نهاية الأول واسقط بداية ملف وفوقه نهاية الأول ثم اسقط بداية ملف وفوقه نهاية الثانى وهكذا حتى يكتمل لف عضو الاستنتاج .

نموذج لعملية اللف اليدوى

عضو استنتاج يحتوى عــلى ١٢ مجــرى وعدد اللامات ١٢ وعدد الأقطــاب ٢ قطب .

بيانات اللف

سوف نشرح خطوات تقسيم عضو الاستنتاج لاعادة لفه وفى هذا المثال يمكن أن نقول أن الملف سيلف بسلك واحد وعدد لفات معينة .

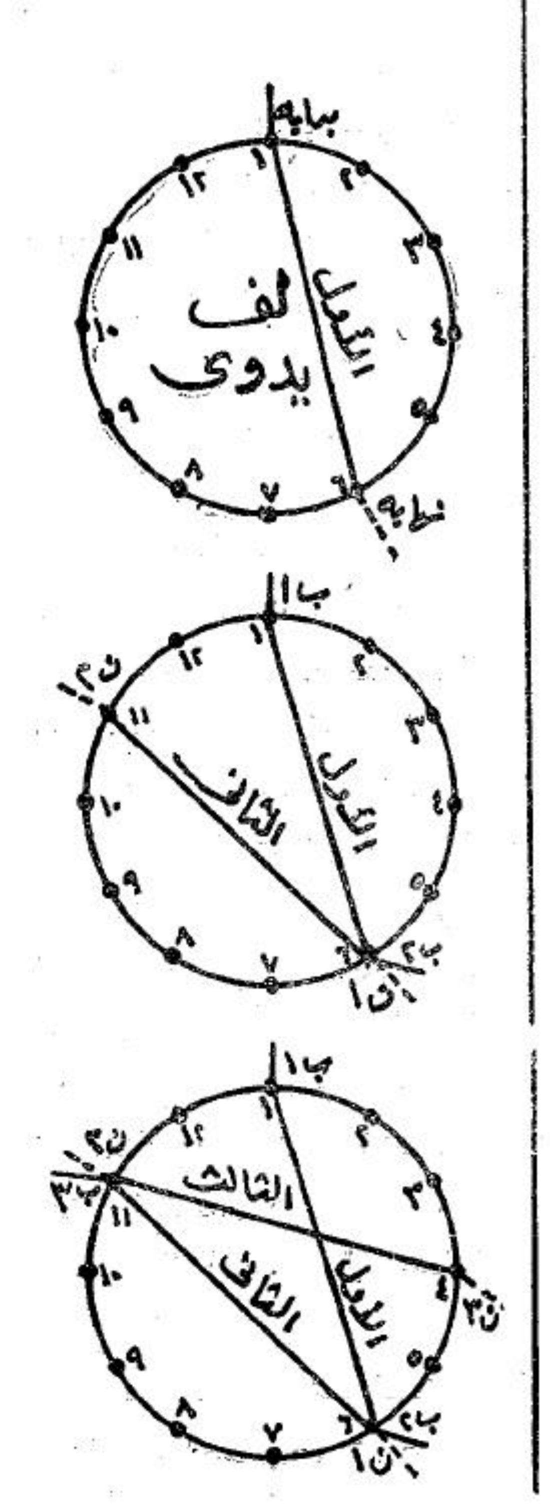
اما خطوة الملف العملية فهى :

= عدد مجارى عضــو الاستنتاج ÷ الأقطـــاب

= ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجــرى

وعلى هذا يكون اسقاط الملفات بالطريقة الآتيـــة :

	مجرى بداية الملف	مجرى نهاية الملف
الأول	١	٦
الثانى	٦	١١
الثالث	١١	٤
الرابع	٤	٩
الخامس	٩	٢
السادس	٢	٧
السابع	٧	١٢
الثامن	١٢	٥
التاسع	٥	١٠
العاشر	١٠	٣
الحادى عشر	٣	٨
الثانى عشر	٨	١



بعد أن تعرفنا على طرق اسقاط الملفات يجب أن نعرف بأن الأطوال المستقيمة من الموصل والموجودة داخل المجرى تعتبر هى الجزء الفعال أما الأجزاء خارج المجرى ما هى الا مكملة للدائرة الكهربية بين موصلين احدهما فى مجرى والآخر فى مجرى ثانية والمسافة الموجودة بين الموصلين تسمى بخطوة الموصل وهى غير خطوة الملف — فـــاذا كان عـــدد مجـــارى عضو الاستنتاج يساوى عدد قطاعات عضو التوزيع يكون فى كل مجرى موصلين حدهما بداية ملف والثانى نهاية أما اذا كان عدد قطاعات عضو التوزيع ضعف عدد المجارى يكون فى كل مجرى أربعة موصلات اثنين بدايات واثنين نهايات ويتصل كل منها مع موصل آخر فى مجرى أخرى ولكى نتعرف عـــلى كيفية توصيل كل موصلين مع بعضهما نتبع الآتى :

اولا : (أ) اذا كان عدد القطاعات النحاسية يساوى عـــدد المجارى يكون كما شرحنا سابقا عدد الموصلات فى المجرى بداية ونهاية وتأخذ البداية رقم فردى والنهاية رقم زوجى وعلى هذا تكون المجرى الأولى البداية رقم (١) والنهاية رقم (٢) والمجر ىالثانية التى تلى الأولى فى اتجاه عقـــرب الساعة البداية رقم (٣) والنهاية رقم (٤) وهكذا فى باقى المجارى .

(ب) اذا كانت عدد القطاعات النحاسية ضعف عدد المجـــارى يكون عدد الموصلات فى المجرى أربعة على هذا الترتيب بداية رقم (١) ونهاية رقم (٢) وبداية رقم (٣) ونهاية رقم (٤) والمجرى التى تليها بداية رقم (٥) ونهاية رقم (٦) وبداية رقم (٧) ونهاية رقم (٨) وهكذا .

ثانيا : احسب خطوة الموصل الخلفية على أساس ضرب عدد الموصلات الموجودة فى المجرى الواحدة فى عدد مجارى عضو الاستنتاج ثم اقسم الناتج على عدد الأقطاب مع مراعاة أن يكون الناتج فردى العدد فاذا كان ناتج القسمة رقم زوجى عليك أما اضافة واحد أو طرح واحد من الرقم الزوجى ليصبح فردى واختيار الاضافة أو الطرح يكون على أساس الأصلح فيهما بالنسبة لوضع كل موصل تحت القطب اى يكون وضع الموصل البدايـــة بالنسبة للقطب الشمالى متماثلا مع الموصل النهاية بالنسبة لوضعه تحت القطب الجنـــوبى .

ثالثا : لكل عضو استنتاج بالنسبة لعدد موصلاته الكلية وعدد أقطابه واذا كان انطباقى أو تموجى نجد له جدول خاص لموصلاته بين الخطـــوة الأمامية والخطوة الخلفيـــة .

بيان الخطوة القطبية والخلفية والأمامية

١ ـ الخطوة القطبية هى الخطوة العملية وتحـدد خطوة الملف من حيث رقم مجرى البداية ومجرى النهاية .

٢ ـ الخطوة الخلفية هى الخطوة النظرية التى تساعد على رسـم انفراد لف عضو الاستنتاج باعتبار الملف لفه واحده وعن طريقها يحدد رقم نهاية كل بداية .

٣ ـ الخطوة الأمامية هى التى تحدد لحام أطـراف النهايات مـع البدايات فى قطاعات عضو التوزيع .

هنا يمكن القول أنه لا غنى فى الناحية العملية والنظريـة عن كل من الخطوة القطبية والخلفية لارتباط الاثنين من حيث القيمة كما كل منهما تعدل الأخرى فى الحالات الآتية :

هناك حالات تكون فيها الخطوة القطبية بها كسر مثل اذا كان عـدد المجارى ١٤ مجرى والأقطاب ٤ فقط بتكون الخطوة القطبية فى هذه الحالة = ١٤ ÷ ٤ = ٣½ وهذا الناتج يجب تعديله الى رقم صحيح فنجـد الذى يعدله الى ٣ أو ٤ هوالخطوة الخلفية بالقانون الآتى :

الخطوة الخلفية = (الرقم الصحيح للقطبية × عدد موصلات المجرى) + ١

وهناك حالات تكون فيها الخطوة الخلفية زوجية العدد مثل ١٠ أو ١٢ أو ١٤ فهذا الناتج الزوجى يجب تعديله الى رقم فردى بزائد واحد أو ناقص فمتى يكون الزائد ومتى يكون الناقص .

(أ) اذا كان الملف ملفوف من سلك واحد تحسب الخطوة الخلفيـة على أساس : عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب فاذا كان الناتج زوجى تحسب بناقص واحد .

(ب) اذا كان الملف ملفوف بأكثر من سلك تحسب الخطوة الخلفية على أساس : عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب فاذا كان الناتج زوجى تحسب بزائد واحد أو عن طريق (الخطوة القطبيـة الصحيحة × عـدد موصلات المجرى) + ١ .

كما أن هناك حالات التى تحسب فيها الخطوة الخلفية على أساس + ١ تعدل معها الخطوة القطبية بزائد واحد أيضا والسبب فى تعديل الخطـوة

القطبية رغم أنها سليمة هو ضبط وضع جانبى الملف تحت كل من القطب الجنوبى والقطب الشمالى وسنبين هذه الأوضاع فى الأمثلة الآتية :

مثـــال ١

عضو الاستنتاج يحتوى على ٨ مجرى ، ٨ قطعة عضـــو توزيـــع ، ٢ قطب وضع الفرش موازى لمحور الأقطاب .

التقسيم

١ ــ عدد موصلات لف الملف

= عدد القطاعات ÷ عدد المجـــارى

= ٨ ÷ ٨ = ١ موصل

٢ ــ عدد الموصلات فى المجرى

= عدد موصـــلات الملف × جـــانبين

= ١ × ٢ = ٢ موصل

٣ ــ عدد الموصلات فى جميع المجارى

= عدد موصلات المجرى × عدد المجارى

= ٢ × ٨ = ١٦ موصـــل

٤ ــ الخطوة القطبية او العملية

= عدد المجارى ÷ عدد الأقطاب

= ٨ ÷ ٢ = ٤

٥ ــ الخطوة الخلفية

= عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب

= ١٦ ÷ ٢ = ٨ تحول الى فردية ٧ أو ٩

لو أعطينا البداية رقم فردى والنهاية رقم زوجى ٢ ــ ٤ ــ ٦ ــ ٨

وحيث أن الخطوة القطبية ٤ تكون النهاية الموجودة بها رقـــم ٨ هى الخاصة بالبداية رقم ١ وعلى هذا تعدل الخلفية الى ٧

٦ ــ الخطـــوة الأمامية

= الخطوة الخلفية ــ ٢ والناتج بالناقص

= ٧ ــ ٢ = ــ ٥

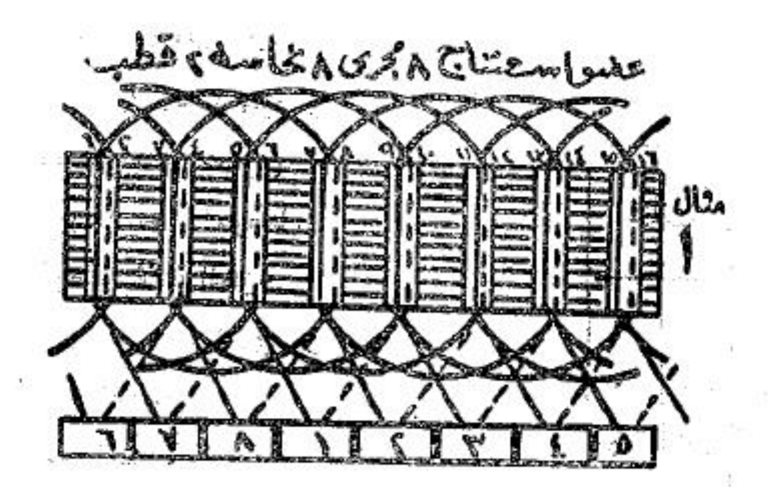
الجدول

+ ٧		— ٥	
الخلفية		الأمامية	
١	٨	٨	٣
٣	١٠	١٠	٥
٥	١٢	١٢	٧
٧	١٤	١٤	٩
٩	١٦	١٦	١١
١١	٢	٢	١٣
١٣	٤	٤	١٥
١٥	٦	٦	١

وعلى هذا يعمل الجدول على أساس الخلفية + ٧ واماميـــة ــ ٥ واللجام انطباقى منتصف الخطوة .

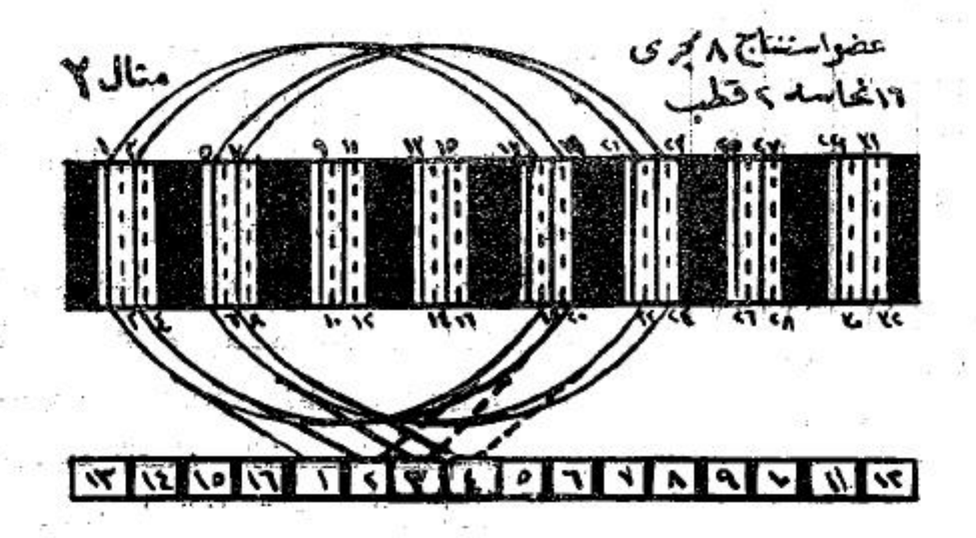
محرك عضو استنتاجه ٨ مجرى وعضو التوزيع ٨ قطعة

٢ قطب



محرك عضو استنتاجه ٨ مجرى وعضو التوزيع ١٦ قطعة

٢ قطب



مثـــال ٢

عضو استنتاج يحتوى على ٨ مجرى ، ١٦ قطعة عضـــو توزيع ، ٢ قطب ومحاور الفرش والأقطاب موازية .

التقسيم

١ — عدد موصلات لف الملف

= ١٦ ÷ ٨ = ٢ موصل

٢ — عدد موصلات كل مجرى

= ٢ × ٢ = ٤ موصل

٣ — عدد الموصـــلات الكلية

= ٨ × ٤ = ٣٢ موصل

٤ — الخطوة القطبية

= ٨ ÷ ٢ = ٤

٥ — الخطوة الخلفيـــة

= ٣٢ ÷ ٢ = ١٦ تعدل الى فردى

١٥ ، ١٧ — الخطوة الخلفية

= (الخطوة القطبية × موصلات المجرى) + ١

(٤ × ٤) + ١ = ١٧

الخلفية		الأمامية	
١	١٨	١٨	٣
٣	٢٠	٢٠	٥
٥	٢٢	٢٢	٧
٧	٢٤	٢٤	٩
٩	٢٦	٢٦	١١
١١	٢٨	٢٨	١٣
١٣	٣٠	٣٠	١٥
١٥	٣٢	٣٢	١٧
١٧	٢	٢	١٩
١٩	٤	٤	٢١
٢١	٦	٦	٢٣
٢٣	٨	٨	٢٥
٢٥	١٠	١٠	٢٧
٢٧	١٢	١٢	٢٩
٢٩	١٤	١٤	٣١
٣١	١٦	١٦	١

ملحوظة : بالنسبة للخطوة القطبية نجد أن النهاية الثانية فى المجرى رقم ٤ هى رقم ١٦ وخاصة بالبدايـــة رقم ١ اما البدايـــة رقم ٣ وهى الموجودة مع رقم ١ فى نفس المجرى نجد نهايتها رقم ١٨ وموجـــودة فى المجرى رقم ٥ وهـــذا وضـــع خطأ لا ينفذ يجب عليه تعديل الخطـــوة القطبية بحيث تتفق مع الخطوة الخلفيـــة فتصبح ٥ بدلا من ٤ وتعديل الخلفية ١٦ بزائد واحد فتصبح ١٧ وهنا يكون القانون الثانى للخلفية هـــو الأصح .

٦ — الخطوة امامية

= الخلفية — ٢ = ١٧ — ٢ = ١٥

وعلى هذا يكون الجدول الخلفية + ١٧ والأمامية — ١٥

مثـــــال ٣

محرك تيار مستمر لمحرك ميلينكس فرنسى عدد المجارى ١٠ مجرى وعدد اللامات ١٠ لامه لعضو التوزيع وعدد لفات كل ملف ١٦٧ لفة من سلك قطر ١٥ر. مم خطوة الملف ١ — ٥ .

التقســـيم

١ — عدد موصلات لف الملف = ١٠ ÷ ١٠ = ١ موصل

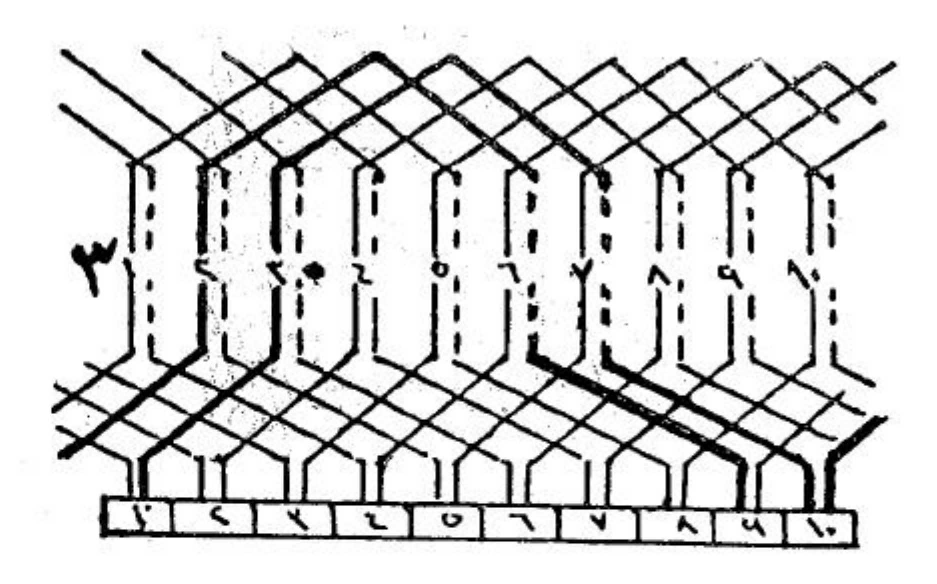
٢ — عدد الموصدت فى المجرى = ١ × ٢ = ٢ موصل

٣ — عدد الموصلات لكل المجارى = ٢ × ١٠ = ٢٠ موصل .

٤ — الخطوة القطبية = ١٠ ÷ ٢ = ٥

٥ — الخطوة الخلفية = ٢٠ ÷ ٢ = ١٠ تعدل الى ٩ حيث أن المجـــرى رقم ٥ حسب الخطوة القطبية بها النهاية رقم ١٠ وهى الخاصـــة بالبدايـــة رقم ١

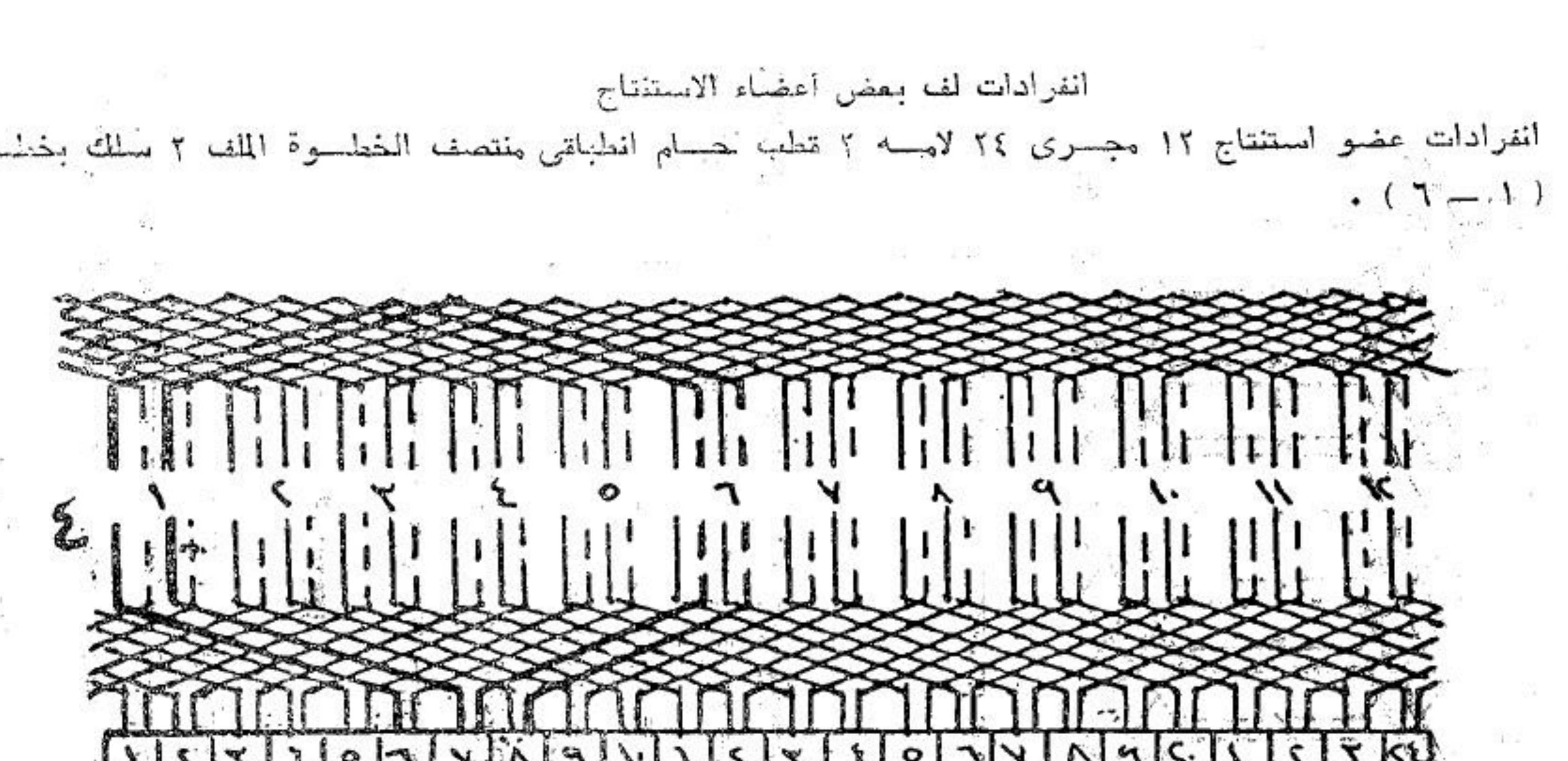
انفراد لف عضـــو الاستنتاج السابق



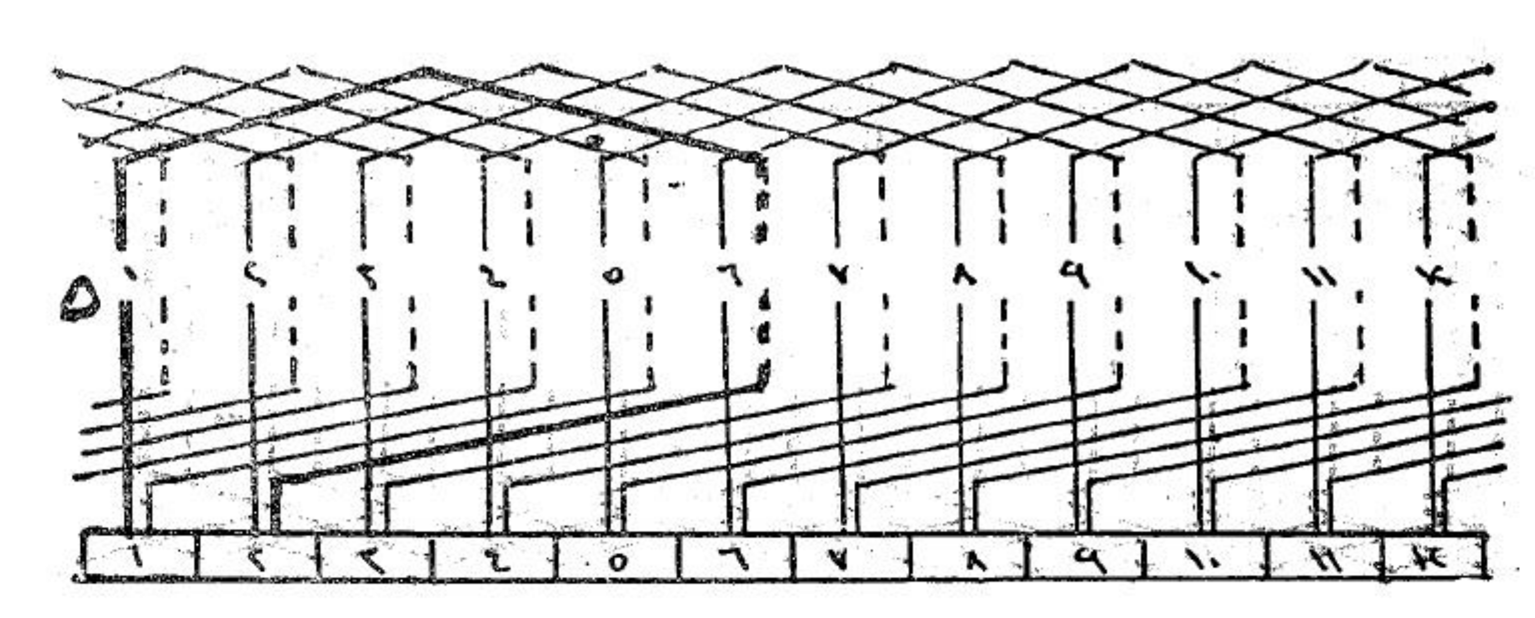
لحام منتصف الخطوة مرحل الى الخلف شمال

انفرادات لف بعض أعضاء الاستنتاج

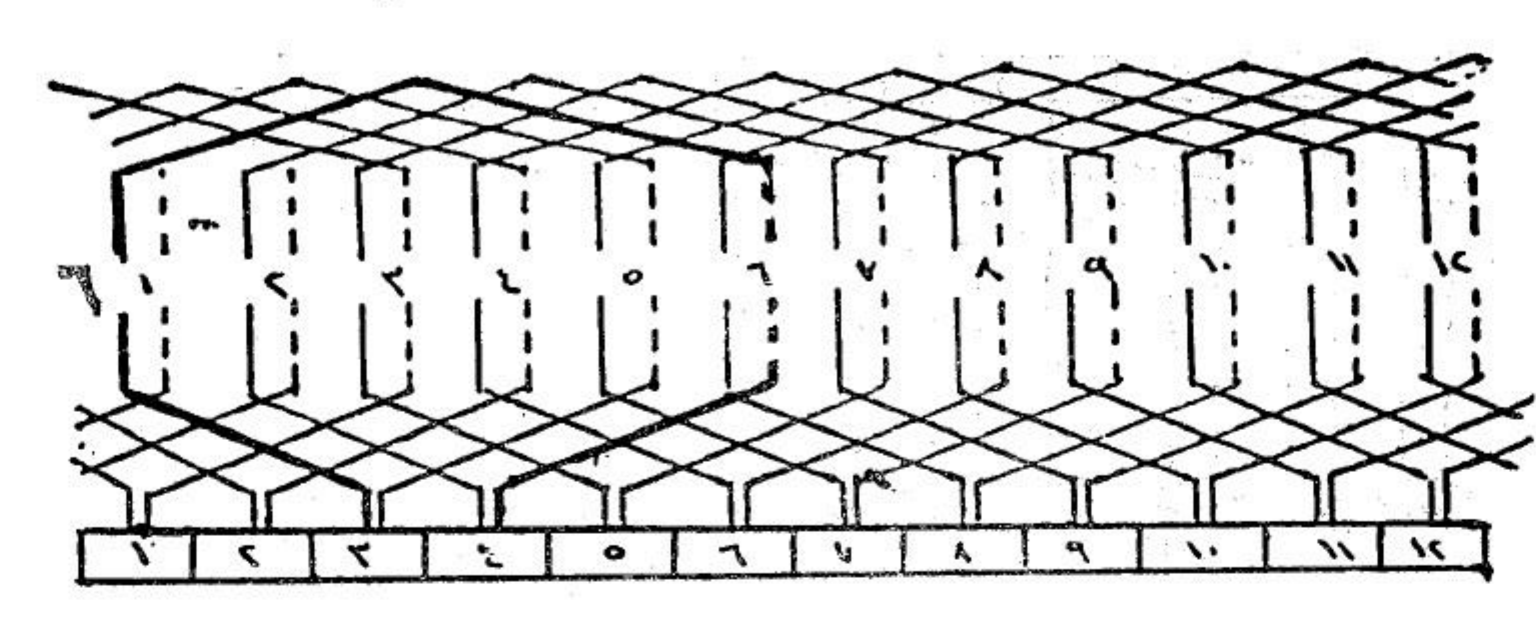
انفرادات عضو استنتاج ١٢ مجرى ٢٤ لامه ٢ قطب حام انطباقى منتصف الخطوة الملف ٢ سلك بخطوة (١،١ — ٦) .



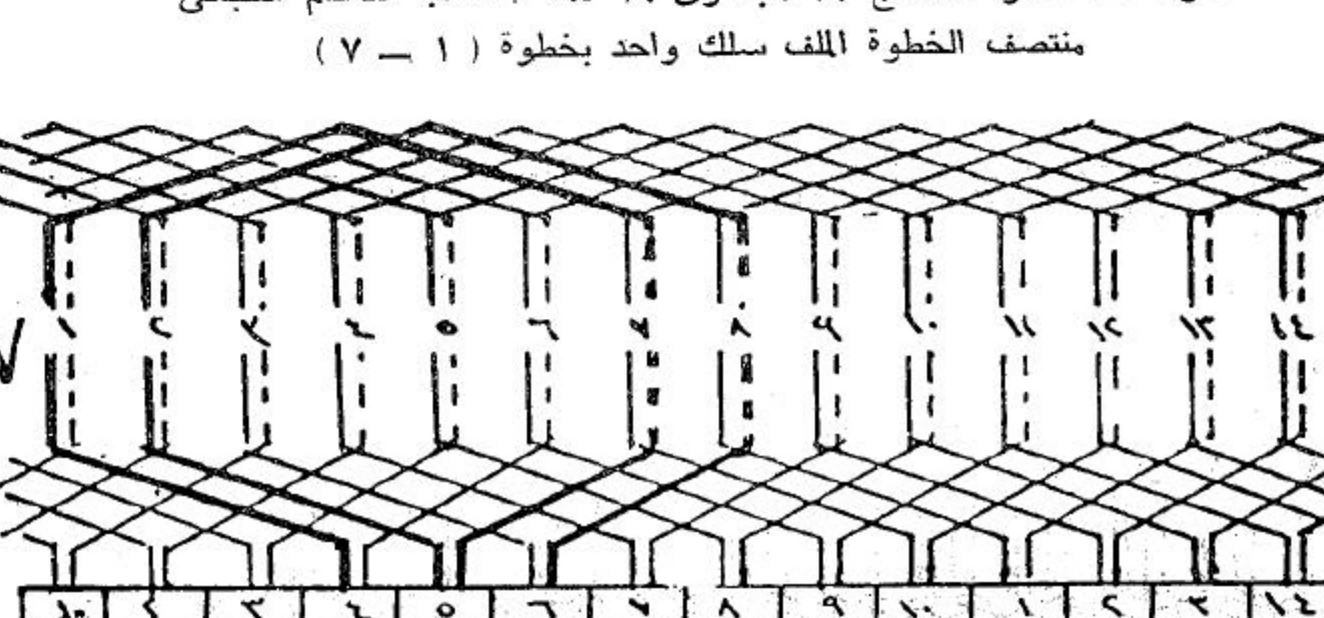
عضو استنتاج ١٢ مجرى ١٢ لامه ٢ قطب لحـــام انطباقى
أمام المجرى الملف سلك واحد بخطوة (١ — ٦)

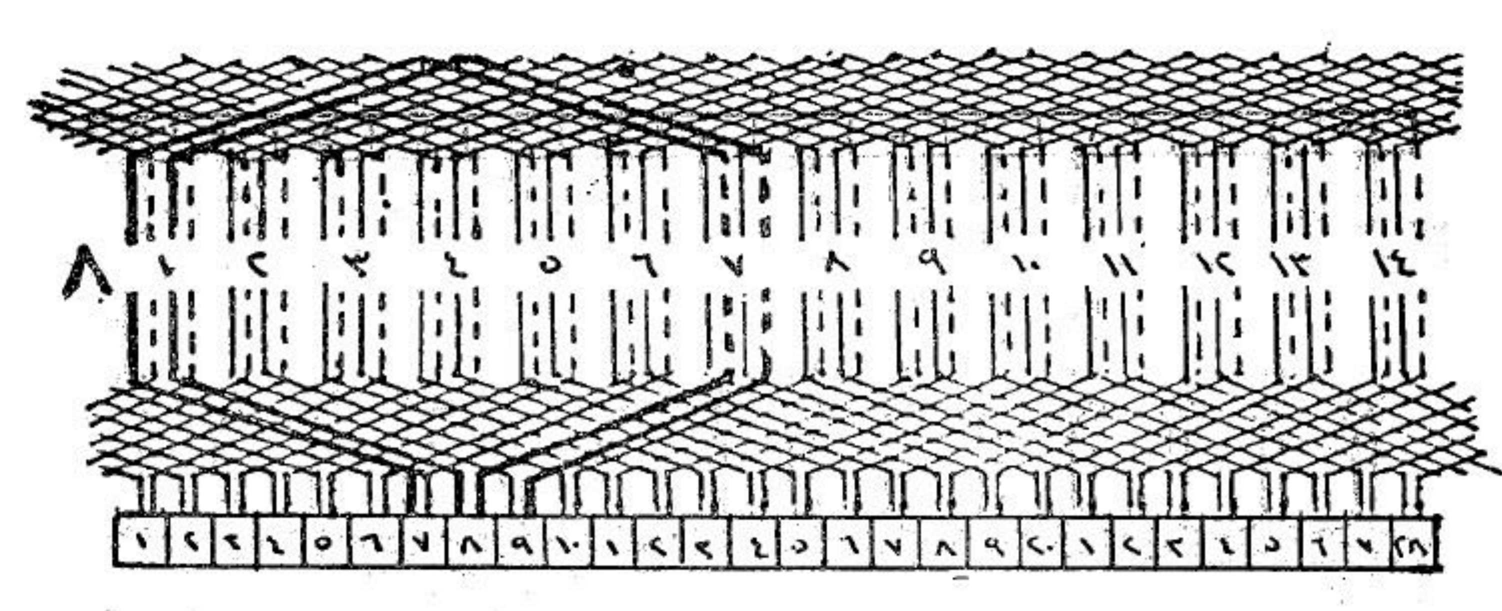


انفراد لف عضو استنتاج ١٢ مجرى ١٢ لامه ٢ قطب لحام انطباقى
فى منتصف الخطوة خطوة اللف ١ — ٦ الملف سلك واحد



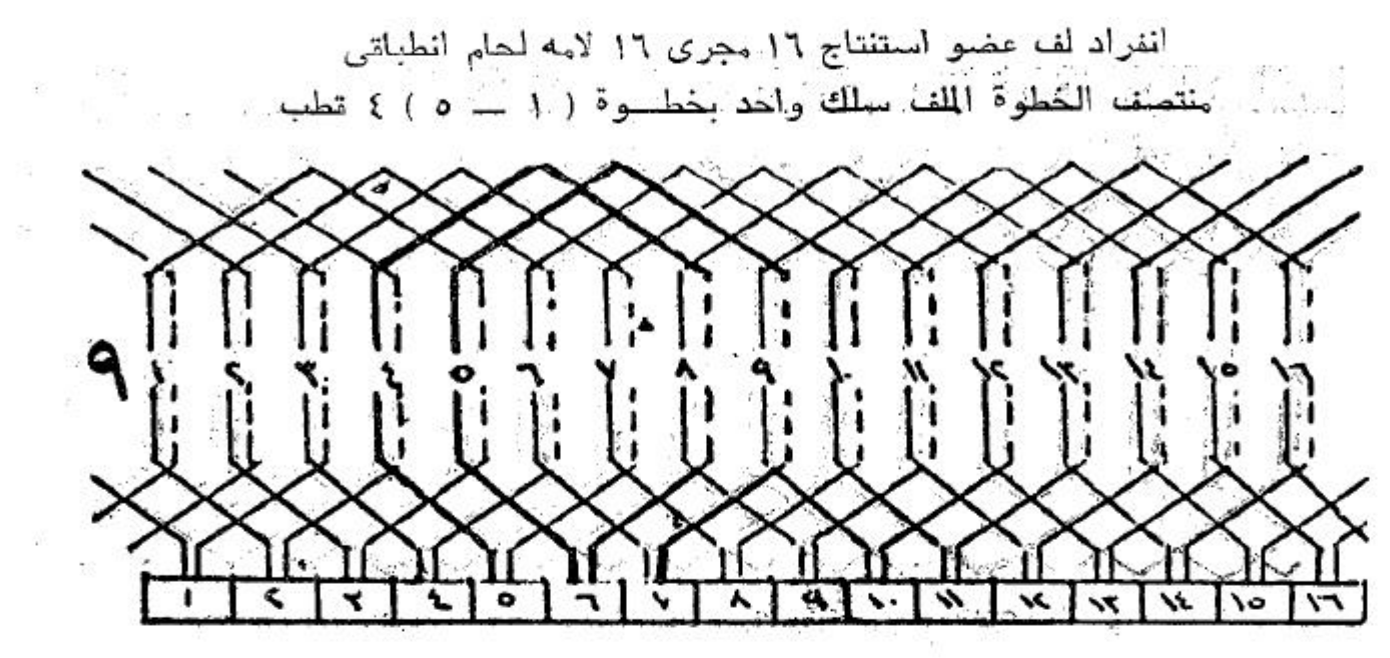
انفراد لف عضو استنتاج ١٤ مجـــرى ١٤ لامه ٢ قطب لحـــام انطباقى
منتصف الخطوة الملف سلك واحد بخطوة (١ ـــ ٧)



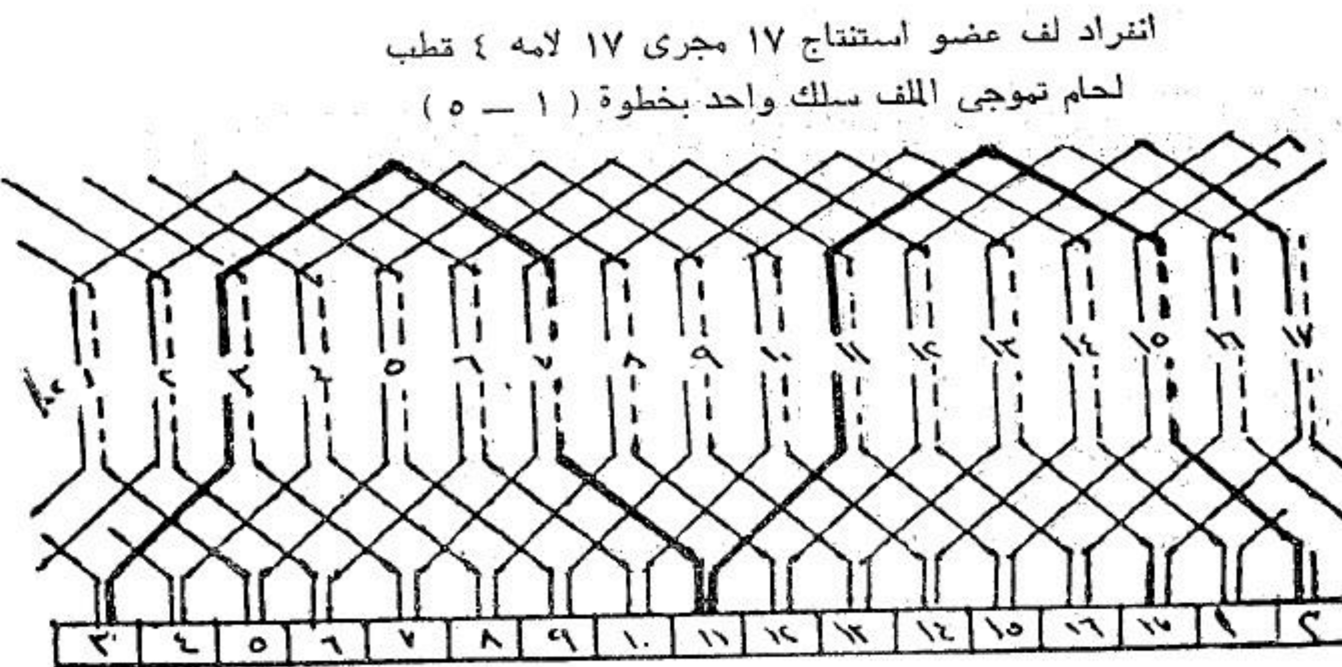


انفراد لف عضو استنتاج ١٤مجرى ٢٨ لامه لحام انطباقى
منتصف الخطوة الملف ٢ سلك بخطوة (١ ــ ٧)

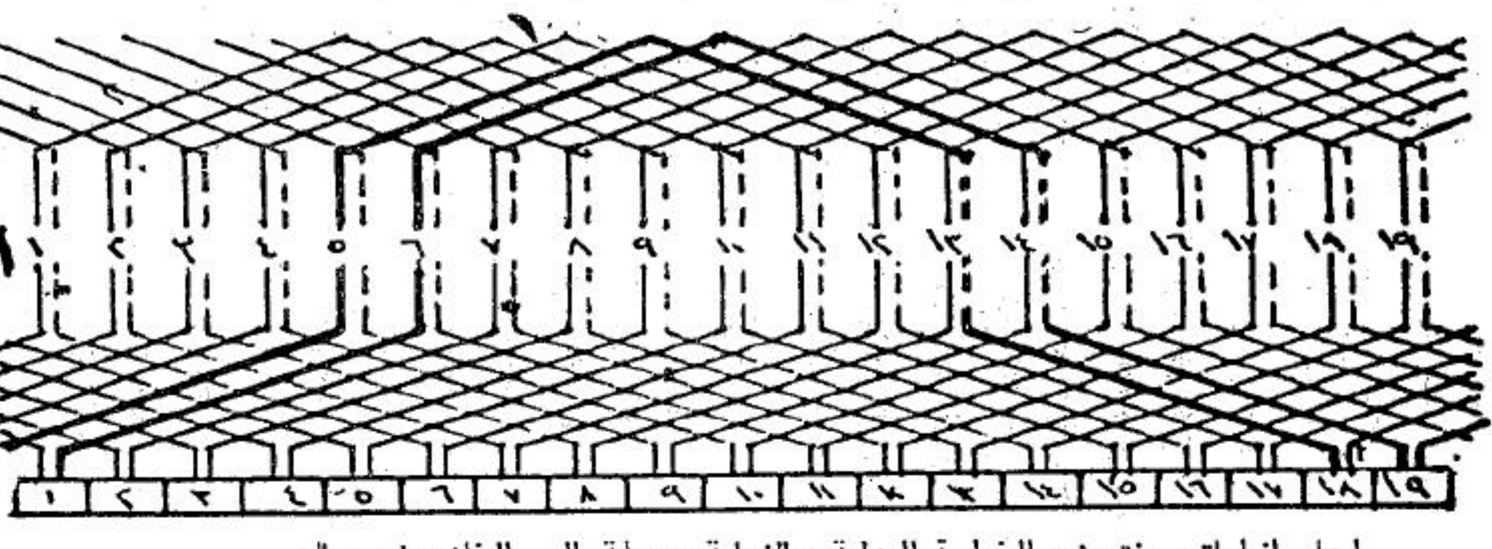
انفراد لف عضو استنتاج ١٦ مجرى ١٦ لامه لحام انطباقى
منتصف الخطوة الملف سلك واحد بخطـــوة (١ — ٥) ٤ قطب



انفراد لف عضو استنتاج ١٧ مجرى ١٧ لامه ٤ قطب
لحام تموجى الملف سلك واحد بخطوة (١ — ٥)



انفراد لف عضـــو اســـتنتاج ١٩ مجـــرى ١٩ لامـــه
الملف سلك واحد بخطوة (١ — ٩) خاص بمحرك ميلينكس
فرنسى عدد لفات الملف ٥٢ لفة قطر السلك ٣ر٠ مم



لحام انطباقى منتصف الخطوة البداية والنهاية مرحلة الى الخلف شـــمال

العلاقة بين عدد الأقطاب وعدد الفرش في الانطباقى والتموجى

فى حالة الانطباقى نجد أن عدد الفرش ثابت لا يتغير الا اذا تغير عدد الاقطاب وعلى هذا نجد ان عدد الفرش دائما يساوى عدد الأقطاب .

فاذا كان عدد اقطاب مثلا أربعة نجد ان عدد الفرش هو ايضا أربعة وحيث أن ملفات عضو الاستنتاج قسمت كهربيا حسب عدد اقطاب فاننا نجد فى هذا المثال ان ربع الملفات محصورة بين فرشتين متماثلتين الأمر الذى يترتب عليه تواجد أربعة دوائر توازى .

ولكن فى حالة التموجى نجد الوضع يختلف فاذا كان عدد الأقطاب أربعة كالمثال السابق فان عدد الفرش لا يخضع لهذا العدد حيث أنه يمكن جعل عدد الفرش اربعة فى بعض الحالات ولكن من الشرح الخاص بالتموجى تعرفنا على عدد دوائر التوازى فى التموجى لا يتغير عن اثنين مهما تغير عدد الأقطاب وفى هذه الحالة يمكن الاستغناء عن فرشتين من الأربعـــة والاكتفاء بفرشتين فقط ويمكن تطبيق هذا على أى عدد من الأقطاب .

هنا يمكن القول بالتعريف الآتى :

فى حالة الانطباقى الوضع ثابت وتسـاوى عدد الأقطاب مع عـــدد الفرش مع عدد دوائر التوازى .

أما فى حالة التموجى الوضع فيه اختيار بالنسبة لعدد الفرش وعدد الاقطاب حيث يمكن جعل عدد الفرش يساوى عدد الأقطاب واما ان نجعل عدد الفرش اثنين فقط مهما كان عدد الأقطاب ولكن الثابت الذى لا يتغـــير هو عدد دوائر التوازى فهو دائرتين دائما لا تتغير بتغير عدد اقطاب .

عندما يعدل عدد الفرش فى التموجى الى فرشتين فقط نجد هـــذا الوضع من الناحية العملية ان تتحمل كل فرشة من الاثنين شدة تيار الآلة بالكامل الأمر الذى يترتب عليه تغير حجم الفرشة الى أكبر كى تتحمل هذه الشدة من التيار وتتناسب مع عضو التوحيد .

وعندما نستعمل الفرش بعددها الأصلى نجد ان شدة التيار توزع بين الفرش المتماثلة فتقل شدة التيار الواقعة على كل فرشة وهنا يكون حجم الفرشة أصغر وهذه الحالة نجدها تستعمل فى المولدات الكبيرة القـــدرة حيث نجد أن عدد الفرش يساوى عدد الأقطاب .

مقارنة بين الانطباقى والتموجى

١ — فى الانطباقى : نحصل على (ق.د.ك) منخفضة وشدة تيار عالية .
فى التموجى : نحصل على (ق.د.ك) عالية وشدة تيار منخفضة .
٢ — فى الانطباقى : عدد دوائر التوازى تساوى عدد الأقطاب .
فى التموجى : عدد دوائر التوازى اثنين فقط مهما كان عدد الأقطاب .
٣ — فى الانطباقى : لحام اطراف الموصلات له وضعين اما امام المجرى او فى منتصف الخطوة حسب وضع الفرش بالنسبة لمحور الأقطاب .
فى التموجى : لحام اطراف الموصلات له وضع واحد وهو الاتجـــاه بطرف البداية الى جهة اليسار بمقدار نصف خطوة الملف العمليـــة والاتجاه بطرف النهاية جهة اليمين بمقدار نصف خطوة الملف العملية ومع الالتزام بالخطوة الامامية الموجودة فى الجدول .
٤ — يستعمل الجدول سواء فى الانطباقى والتموجى لتحديد خطوة الموصل الخلفية والأمامية فى شرح رسم الانفراد الخاص بعملية اللف مـــع مراعاة أن تكون الخطوة فردية .
٥ — تستعمل الخطوة العملية للملف فى التنفيذ العملى لتحديد المجرتـــين الخاصيتين بجانبى الملف مع العلم بأن مقدار هذه الخطوة اما ان يكون فردى واما ان يكون زوجى كما شرحنا سابقا .
٦ — فى الانطباقى الخطوة الخلفية بالزائد والأمامية ناقص .
فى التموجى كل من الأمامية والخليفة بالزائد .

محركات التيـــار المســـتمر

تنقسم أنواع محركات التيار المستمر بالنسبة لنوعية توصيل ملفات التنبيه في المحرك مع المنتج فهي أما أن تكون بالتوالي أو بالتوازي أو يجمع المحرك بين ملفات التوالي والتوازى .

محرك التوالى : فى هذا المحرك تكون ملفات التنبيه متصلة مع المنتج بالتوالى وتتكون من سلك ذو مقطع كبير وعدد لفات قليلة — ويعتبر هـــذا المحرك من النوع المتغير السرعة حيث تقل بزيادة الحمل الواقع عليه وتزداد بنقصانه ، لذا يلزم عدم تشغيله بدون حمل حتى لا يدور بسرعة عاليـــة كما أن عزم دورانه عند الابتداء يكون كبير وبذلك يمكنه القيام بالحمل عند دورانه وهو يستعمل فى الأوناش وآلات الجر والقاطرات ويمكن التحكم فى سرعته بوضع مقاومة بالتوازى مع ملفات التنبيه .

محرك التوازى : فى هذا المحرك تكون ملفات التنبيه متصلة مع المنتج بالتوازى وتتكون من سلك ذو مقطع صغير وعدد لفات كثيرة — يعتبر هذا المحرك ثابت السرعة مهما تغير الحمل وعزم دورانه يزداد بزيادة الحمل ولكن عند بدء الحركة يكون عزمه صغير لذا يستعمل فى الأغراض التى لا يقوم فيها المحرك بالحمل والتى تحتاج الى سرعة ثابتة ويكمن التحكم فى سرعته بتوصيل مقاومة بالتوالى مع ملفات التنبيه بحيث تتحكم فى الفيض المغناطيسى الخاص بالأقطاب .

هذا ويمكن عكس اتجاه دوران النوعين السابقين وذلك عن طريق عكس اتجاه سير التيار اما فى المنتج او فى ملفات التنبيه .

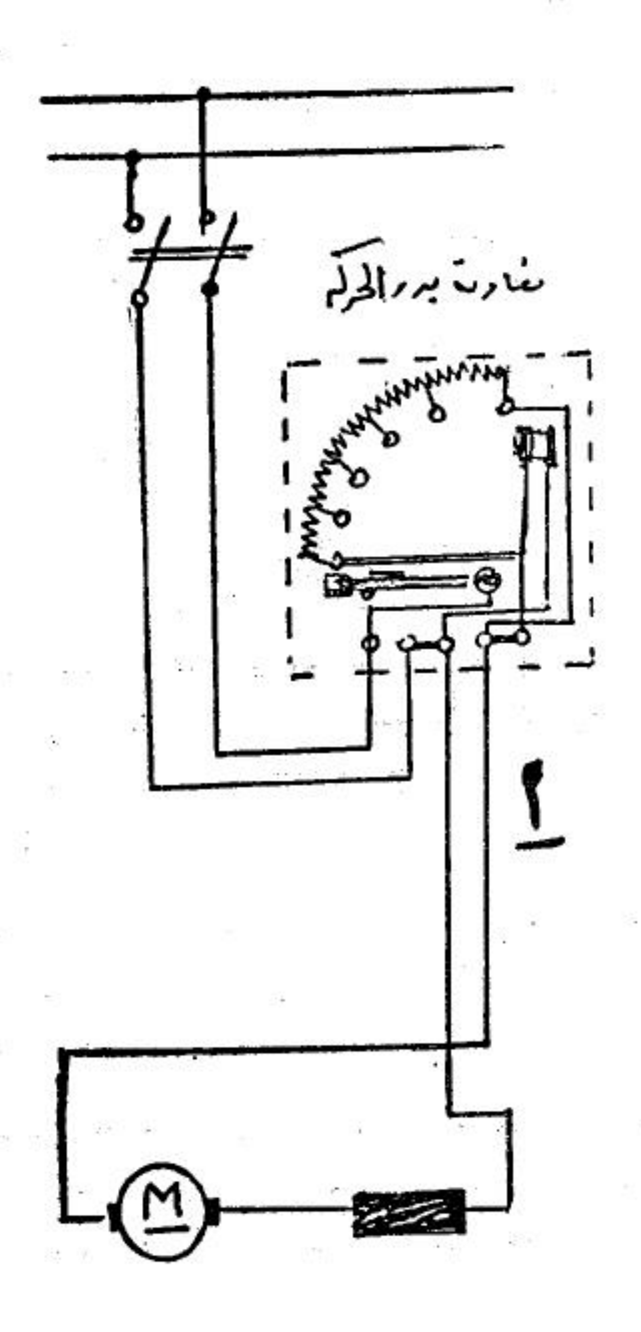
المحرك المركب : ينقسم المحرك المركب الى نوعين محرك مركب طويل ومحرك مركب قصير كلاهما نقسم الى أما مركب أضافى أو مركب فرقى ونظرا لاحتواء هذا النوع من المحركات على نوعين من ملفات التنبيه حيث نجد ملفات تنبيه تتصل بالتوازى مع المنتج وملفات أخرى تتصل بالوالى مع المنتج لذا سمى بالمحرك المركب — اما من حيث مركب اضافى ومركب فرقى سواء فى المركب الطويل أو القصير يرجع هذا الى سير اليار فى ملفات التوالى حيث نجد الآتى :

(أ) محر كمركب اضافى : فى هذا النوع تكون مغناطيسية ملفات التوالى تساعد ملفات التوازى أى سير التيار فى كل من ملفات التوازى والتوالى واحد .

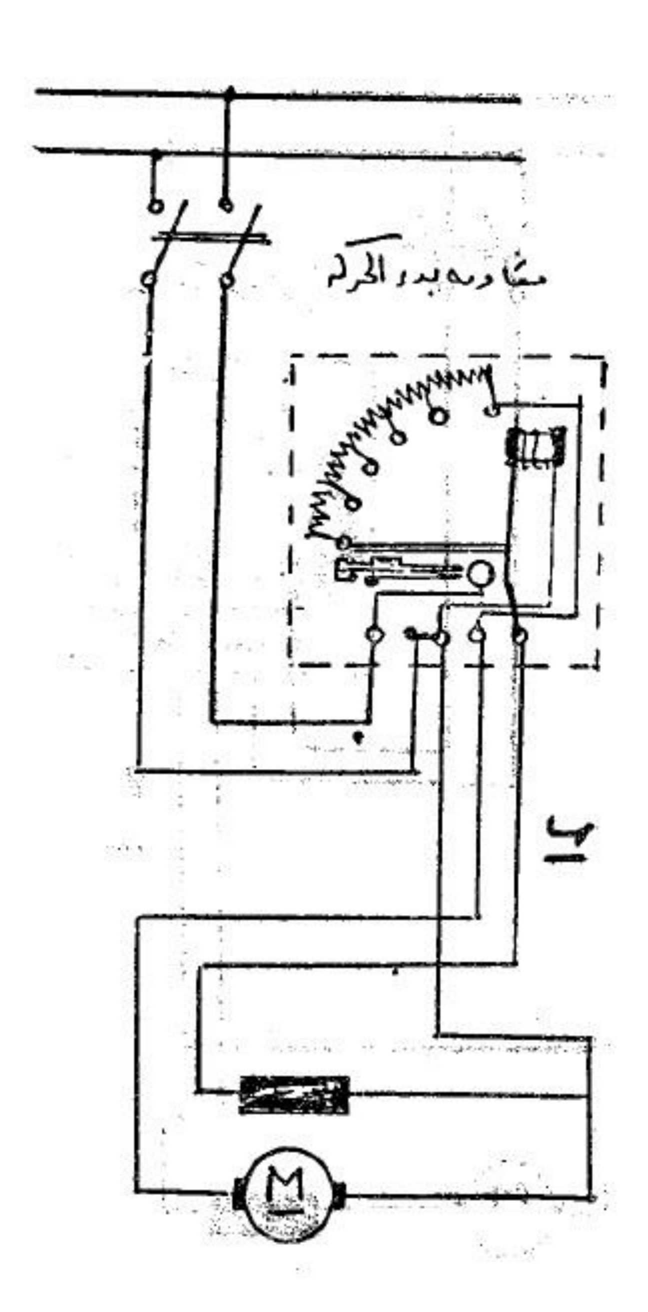
(ب) محرك مركب فوقى : فى هذا النوع تكون فيه مغناطيسية ملفات التوالى تعاكس مغناطيسية ملفات التوازى وتكون الاستفادة بالفرق بينهما لأن سير التيار يكون فى ملفات التوالى عكس اتجاه سير اليار فى ملفات الوازى .

ملاحظة : المحرك الفرقى تزداد سرعته بزيادة الحمل لأن تيار الحمل فى ملات الوالى يضاد المجال الرئيسى لذا نجد اسقعماله قليل اما المحرك الاضافى له خواص محرك التوازى ويستعمل بكثرة .

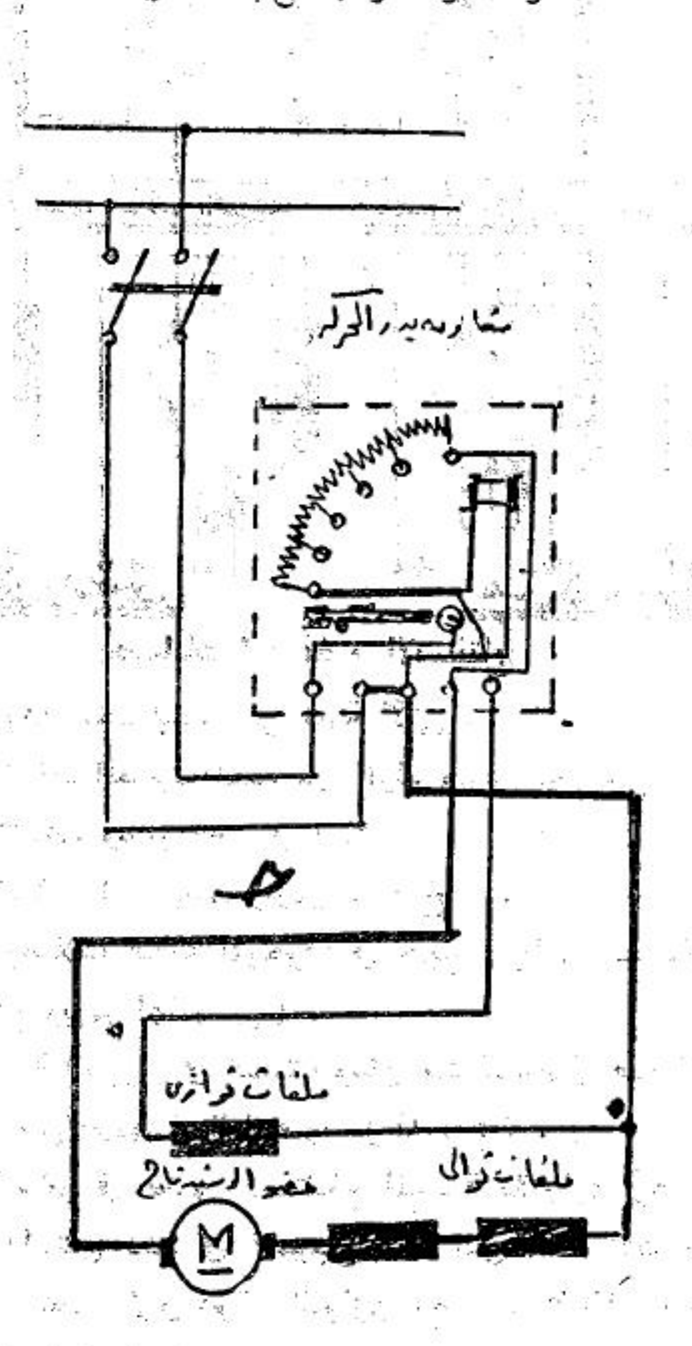
دائرة محرك توالى مع بدء الحركـــة



دائرة محرك توازى مع بدء الحركة



دائرة محرك مركب مع بدء الحركة



محــركات
التيــار المســتمر

حسابات لف عضو الاستنتاج

تتوقف هذه الحسابات على قيمة الآتى :

١ — قيمة الضغط المطلوب أخذه من المولد ويرمز له (ض) .

٢ — عدد الأقطاب ويرمز له (ق) .

٣ — قيمة المجال المغناطيسى ويرمز له (خ) .

٤ — عدد الموصلات الكلية الموجودة فى جميع المجارى الخــاص بعضـــو الاستنتاج ويرمز لها (س) .

٥ — قيمة سرعة الدوران فى الدقيقة ولكن عند استعمال هذه القيمة نأخذها على أساس قيمتها فى الثانية ويرمز له (ع) .

٦ — عدد الدوائر فى عضو الاستنتاج المتصلة بالتوازى وهى كما شرحنا سابقا دائرتين فقط فى التموجى مهما كان عدد الأقطاب وفى حالة الانطباقى تتســـاوى دوائر التوازى مع عدد الأقطاب ويرمز له لعدد دوائر التوازى (و) .

لاحظ أن قيمة المجال المغناطيسى من حيث زيادته أو نقصه وكذلك قيمة سرعة الآلة التى تدير المولد من حيث زيادتها أو نقصانها كل من الاثنين له التأثير الأساسى على قيمة القوة الدافعة الكهربية المستنتجة .

من البيانات السابقة يمكن حساب قيمة (ق.د.ك) المستنتجـة فى عضو الاستنتاج على أساس تركيب القانون الآتى :

$$ض = \frac{ق \times خ \times س \times ع}{و \times ١٠^{٨} \times ٦٠} = فولت$$

تعتبر تركيبة هذا القانون للحصول على قيمة (ض) هى واحدة من تركيبات أخرى يستعمل فيها نفس الرموز السابقة .

هذا ويمكن حســاب (ض) أيضا عــلى النحو التــالى فى الانطباقى $= خ \times ع ثانية \times س \times ١٠^{-٨}$

أما فى التموجى = عدد أزواج الأقطاب × خ × ع ثانية × س × $١٠^{-٨}$

ولكى نحصل على عدد الأسلاك الكلية فى القانون السابق نعلم أن كل مجرى من مجارى عضو الاستنتاج يوجد بها جانبى ملف فاذا كان جانب الملف عبارة عن ١٥ لفة يكون فى المجرى ٣٠ سلك واذا كان عدد المجارى مثلا ١٢ مجرى يكون عدد الأسلاك هو حاصل ضرب عدد الأسلاك فى المجرى فى عدد المجرى = ٣٠ × ١٢ = ٣٦٠ سلكا .

ملاحظة : فى حالة الانطباقى نظرا لقسمة عدد الأقطاب على عــدد دوائر التوازى وهما متساويان والناتج واحد صحيح نجد فى قانون (ض) فى الانطباقى لم يضع هذا فى الاعتبار فى حالة التموجى نظرا لان عــدد الدوائر التوازى دائما اثنين نجد فى قانون (ض) تموجى تقسم عدد الأقطاب (ق) على (و) وهى عدد دوائر التوازى ويقال عنها فى بعض الاحــوال عدد أزواج الأقطاب نظرا لقسمة عدد الأقطاب على اثنين .

مثـــال

مولد يراد معرفة قيمة ضغطه فى حالة التموجى والانطباقى اذا كان مقدار الفيض المغناطيسى ٦٠٠٠٠ خط وعدد الأقطاب ٤ وسرعة دورانــه ١٠٠٠ لفه/دقيقة وعدد مجارى عضو الاستنتاج ١٢ مجرى وعدد قطاعاته عضو التوحيد ١٢ قطعة وعدد لفات الملف الواحد ٢٥ لفة

الحـــل

نظراً لأن عدد المجارى = عدد قطاعات التوحيد اذن عدد الملفات يكون ١٢ ملف .

عدد الأسلاك فى المجرى = ٢٥ لفة وتعتبر جانب واحد ونظرا لتواجد جانبين فى المجرى اذن يكون العدد لأسلاك المجرى الواحد (٥٠ سلك) .

∴ عدد الموصلات الكلية = ١٢ مجرى × ٥٠ سلك = ٦٠٠ سلك

$$\therefore \text{الضغط فى حالة التموجى} = خ \times \frac{ق}{و} \times \frac{ع}{٦٠} س \times ١٠^{-٨}$$

$$= ٦٠٠٠٠ \times \frac{٤}{٢} \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} ٦٠٠ \times ١٠^{-٨} = ١٢ \text{ فولت}$$

$$\text{الضغط فى حالة الانطباقى} = ٦٠٠٠٠ \times \frac{٤}{٤} \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} \times ٦٠٠ \times ١٠^{-٨}$$

= ٦ فولت

حساب عزم الدوران فى المحرك

ان العزم الناتج من أى عضو استنتاج يمكن حسابه من التدفيق للقطب الواحد وتيار عضو الاستنتاج حيث نجد أن القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى موصلات المحرك تعاكس التيار ولذا سميت بالقوة الدافعة العكسية .

١ — ق.د.ك = القوة الدافعة الكهربية .

٢ — ض = فرق الجهد على طرفى المحرك .

٣ — $م_١$ = مقاومة عضو الاستنتاج .

٤ — $ش_١$ = التيار الكلى لعضو الاستنتاج .

من هذا ينتج عندنا الآتى :

$$ش_١ = \frac{م_١}{ض - ق \text{ ق.د.ك العكسية}}$$

أو ض = ق.د.ك العكسية + $م_١ ش_١$

والقدرة الكلية المعطاة لعضو الاستنتاج = ض × $ش_١$

= (ق.د.ك العكسية × $ش_١$) + ($م_١ ش_١^٢$)

ويلاحظ فى المعادلة السابقة أن الطرف الثانى من الحد الثانى عبارة عن القدرة المفقودة فى عضو الاستنتاج وهو ($م_١ ش_١^٢$) والطرف الأول من نفس الحد يعطى القدرة الباقية وهى التى تتحول الى قدرة ميكانيكية .

∴ القدرة الميكانيكية = ق.د.ك العكسية × ش$_1$.

واذا كانت ع = عزم الدوران بالرطل قدم .

واذا كانت ن = عدد اللفات للدوران فى الثانية

تكون القدرة الميكانيكية = ٢ ط × ع × ن = قدم رطل ثانية

ولما كان الحصان = ٥٥٠ رطل ثانية ، = ٧٤٦ وات ، ط = $\frac{٢٢}{٧}$

∴ تكون القدرة الميكانيكية = $\frac{٢ ط ن}{٥٥٠}$ × ع = حصان

أو = $\frac{٧٤٦}{٥٥٠}$ × ٢ ط ن ع = وات

∴ ع أى عزم الدوران $\frac{ق.د.ك. العكسية × ش_1}{٨٫٥٢ × ن}$

= $\frac{٠٫١١٧٤ × ق.د.ك × ش_1}{ن}$

لاحظ أن (٠٫١١٧٤) هى ناتج ضرب البسط فى ١٠٠ ، ضرب ٨٫٥٣ × ١٠٠ .

وحيث أن معادلة الضغط (ض) = عدد الموصلات × السرعة × ثانية × التدفق × ١٠$^{-٨}$ × $\frac{عدد الأقطاب}{عدد دوائر التوازى}$

∴ العزم = ٠٫١١٧٤ × $\frac{عدد دوائر التوازن × ١٠^{٨}}{عدد الأسلاك الكلية × عدد الأقطاب × التدفق × ش_1}$

والتدفق يحسب مقداره بالآتى = $\frac{ق.د.ك × ١٠^{٨} × ٦٠}{السرعة فى الدقيقة × عدد أسلاك المنتج}$

مثـــال

مولد كهربى ذو أربعة اقطاب وعدد أسلاك عضو الاستنتاج ٢٢٦ سلكا ولحامه تموجى ينتج قوة دافعة كهربية ٢٦٠ فولت عندما يدار بسرعة ٧٥٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة قيمة التدفق المغناطيسى للقطب الواحد .

الحـــل

لحام هذا المولد تموجى أى عدد دوائر التوازى = ٢ دائرة .

$$\therefore \text{ض} = \frac{\text{ق} \times \text{خ} \times \text{س} \times \text{ع}}{\text{و} \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}$$

$$\therefore ٢٦٠ \text{ فولت} = \frac{٤ \times \text{خ} \times ٢٢٦ \times ٧٥٠}{٢ \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}$$

$$\therefore \text{خ} = \frac{٢٦٠ \times ٢ \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}{٤ \times ٢٢٦ \times ٧٥٠} = ٤٦٠٠٠٠٠ \text{ خطا}$$

حـل آخـر

$$\text{ض توحى} = ٢ \times \text{خ} \times \text{س} \times \text{ع/ ثانية} \times ١٠^{-٨}$$

$$\therefore ٢٦٠ \text{ فولت} = ٢ \times \text{خ} \times ٢٢٦ \times ١٢{,}٥ \times ١٠^{-٨}$$

$$\therefore \text{خ التدفق} = \frac{٢٦٠}{٢ \times ٢٢٦ \times ١٢{,}٥ \times ١٠^{-٨}} = ٤٦٠٠٠٠٠ \text{ خطا}$$

البطارية الثانوية

تعتبر البطارية الثانوية أحد مصادر التيار المستمر وتسمى بالمراكم وتتكون هذه البطارية من الأجزاء الآتية :

١ — الجسم الخارجى للبطارية وهو عبارة عن صندوق مصنوع من مادة عازلة مثل البكاليت أو الزجاج السميك فى بعض الحالات أو البلاستيك القوى المقاوم للأحماض ويقسم هذا الصندوق الى عدة اقسام حسب عدد الأعمدة المستعملة بحيث يكون كل قسم قائم بذاته اى منفصلا عن القسم الآخر ويوجد فى قاع كل قسم أعصاب يرتكز عليها الالواح وبحيث يكون فاصلا الألواح وبين الرواسب التى تترسب فى قاع الصندوق نتيجة عملية الشحن والتفريغ .

٢ — الألواح : يوجد فى كل قسم من أقسام الصندوق مجموعة من الألواح الموجبة ومجموعة من الألواح السالبة .

(أ) الواح الموجبة وتتكون من شبكة من الرصاص تملأ فتحات هذه الشبكة بعجينة من أكسيد الرصاص ويكون لون الألواح الموجبة بنى .

(ب) الألواح السالبة وتتكون من شبكة من الرصاص تملأ فتحاتها بعجينة من مسحوق الرصاص الاسفنجى النقى .

هذا وتزيد عدد الألواح السالبة عن عدد الألواح الموجبة فى كل قسم

من أقسام الصندوق بعدد لوح واحد سالب وذلك للاستفادة من وجهى اللوح الموجب الأخير فى المجموعة ، وتجمع الألواح السالبة والموجبة بالتوازى فى كل قسم الذى يسمى بالعين وبحيث يكون التجميع عن طريق تداخل كل من الألواح السالبة مع الألواح الموجبة وتثبت داخليا من السنتها فى موصل الألواح هنا ويصل عدد الألواح فى بعض البطاريات وفى كل عين الى ١٣ لوح منها ٦ الواح موجبة ، ٧ الواح سالبة وفى بعض البطاريات يصل عدد الواح كل عين الى ١٧ لوح منها ٨ الواح موجبة ، ٩ الواح سالبة .

٣ — عوازل الألواح :يجبفصل كل لوح عن الآخر بواسطة حاجز من أى مادة عازلة تكون لا تتأثر بالحامض وتكون مسامية مثل الخشب او البلاستيك .

٤ — موصل الأعمدة (الكبرى) يصنع هذا الكبرى من الرصاص ويستعمل لتوصيل مجموعة الألواح الموجبة فى كل عمود من خارج الصندوق بالتوالى مع مجموعة الألواح السالبة فى العمود الذى يليه بحيث ينتج لنا فى النهاية قطبين فقط احدهما موجب والآخر سالب .

٥ — السائل الحمضى : ويتكون من حامض كبرتيك ويخفف بالماء المقطر حتى تكون درجة كثافته ٢٥٠ر١جم/سم^{٣} ويصب باحتراس فى كل عين بحيث يزيد عن الألواح بمقدار ½ سم تقريبا وعندما ينقص مستوى السائل عن هذا المقدار يزود بالماء المقطر مع مراعاة درجة الكثافة دائما والسبب فى تزويد السائل بالماء المقطر فقط هو أن الماء الذى يتبخر ويبقى الحامض كما هو .

هذا ويوجد لكل عين فتحة خاصة لصب السائل ثم تقفل هذه الفتحة بسداده مقلوظة ويوجد فى كل سداده ثقب يسمح بتسرب الغازات الناتجة من التفاعلات الكيميائية .

اذا كانت البطارية تتكون مثلا من ثلاثة أقسام تكون ذات ثلاثة اعمدة يعطى كل واحد منها قوة دافعة كهربية مقدارها ٢ فولت وعلى هذا تكون البطارية بعد توصيل هذه الأعمدة الثلاثة بالتوالى تعطى ٦ فولت وهكذا اذا زادت عدد الأعمدة يكون قيمة ضغط البطارية عبارة عن عدد الأعمدة × ٢ فولت .

عند شحن البطارية وصل الطرف الموجب لتيار الشحن مع القطب الموجب للبطارية والطرف السالب مع القطب السالب لبطارية فعند مرور التيار الخاص بالشحن يتحلل الماء الى أيونات الأيروجين الموجبة التى تتجه

ناحية القطب السالب فى اتجاه تيار الشحن وايونات الأكسجين السالبة وتتجه ناحية القطب الموجب فى عكس اتجاه تيار الشحن .

وعند التفريغ ينعكس اتجاه التيار بحيث يكون من القطب الموجب للبطارية الى المقاومة الخارجية (الحمل) ومن المقاومة الى القطب السالب وداخل البطارية يكون الاتجاه من السالب الى الموجب وعلى هذا يتحلل الحامض الى أيونات الأيدرجين الموجبة والتى تتجه ناحية القطب الموجب فى اتجاه سير التيار الخاص بالتفريغ وكذا أيونات الكبريتات السالبة والتى تتجه ناحية القطب السالب وفى عكس اتجاه اليار . هذا ولا داعى لنا أن نتعرض للمعادلات الكيميائية التى تحدث فى حالة الشحن والتفريغ .

هذا ويمكن القول انه عند القطب الموجب يتاعل الأكسجين مع كبريتات الرصاص مع وجود الماء ويتكون ثانى أكسيد الرصاص وحامض الكبريتك وعند القطب السالب يتفاعل الأيدروجين مع كبريتات الرصاص وتتكون طبقة من الرصاص الاسفنجى وحامض الكبريتك ، وفى نهاية عملية الشحن نجد أن سطح الألواح الموجبة تتحول الى ثانى أكسيد الرصاص وسطح الالواح السالبة تتحول الى رصاص اسفنجى .

كما أن كثافة الحامض اثناء الشحن نجدها ترتفع بعض الشىء وتزيد عن ١٫٢٥٠ ويجب أن لا تزيد هذه الزيادة عن ١٫٢٨٠ حتى ث يحدث تركيز للحامض ويضر الألواح .

لاحظ أن قيمة (ق.د.ك) عند نهاية عملية الشحن تزيد عن ٢ فولت المقررة لكل عين وتصل الى ٢٫٧ فولت كما أن استمرار مرور تيار الشحن يترتب عليه استمرار فى استهلاك الماء عن طيق التحليل فيتصاعد الأكسجين عند القطب الموجب ويتصاعد الأيدروجين عند القطب السالب كما ترتفع درجة حرارة المحلول وتعتبر جميع هذه الحالات السابقة الذكر دلالة على قرب انتهاء وقت الشحن فنجد الغازات تتصاعد على شكل فقاعات .

ان الزيادة فى قيمة فولت العين والتى تصل الى ٢٫٧ فولت اثناء الشحن نجدها تقل عند التحميل مباشرة الى ١٫٧٥ فولت .

تحضير السائل

ان عملية تحضير السائل لها خطورتها وتعليماتها ولذا يجب تنفيذ الآتى :

١ — تحضير اناء نظيف من الفخار والزجاج السميك .

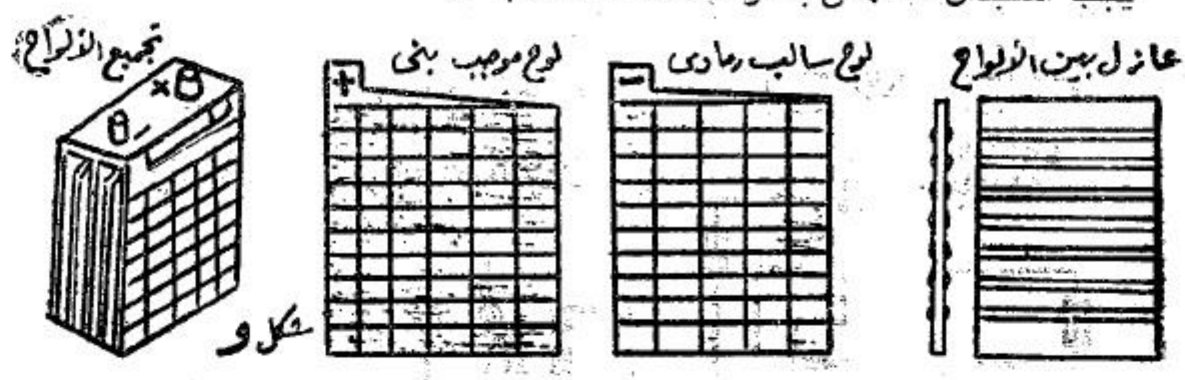
٢ — تحضير هيدروميتر وهو جهاز لقياس كثافة السائل .

٣ — تحضير حامض الكبريتيك والماء المقطر ولا تستعمل الماء العادى .

٤ — تحضير قضيب من الزجاج لتحريك السائل أثناء عملية التحضير .

ابدا بوضع الماء المقطر فى الاناء ثم بحذر وتدريجيا صب الحامض مع تقليب السائل حتى لا يتركز الحامض فى قاع الاناء مع مراعاة أن النسبة واحد حامض مركز الى ثلاثة ماء ثم اترك السائل حتى يبرد وبعد ذلك يمكن وضعه فى البطارية بحيث يغطى الالواح بارتفاع ½ سم ثم اترك البطارية واذا انخفض ارتفاع السائل أضف اليه قليلا من الماء المقطر ثم ضع البطارية على ينبوع الشحن .

ان كثافة الحامض هى أفضل دليل لمعرفة حالة البطارية فى الشحن والتفريغ فاذا كانت كثافة الحامض بداخل البطارية تتراوح ما بين ٢٥٠ر١ الى ٢٨٠ر١ تكون البطارية فى حالة شحن وعندما تكون فارغة نجد أن كثافة الحامض تنخفض الى ٢٠ر١ ولا يجب أن تقل عن ١٥ر١ لأننا فى هذه الحالة يجب استبدال الحامض بآخر له كثافته المناسبة .



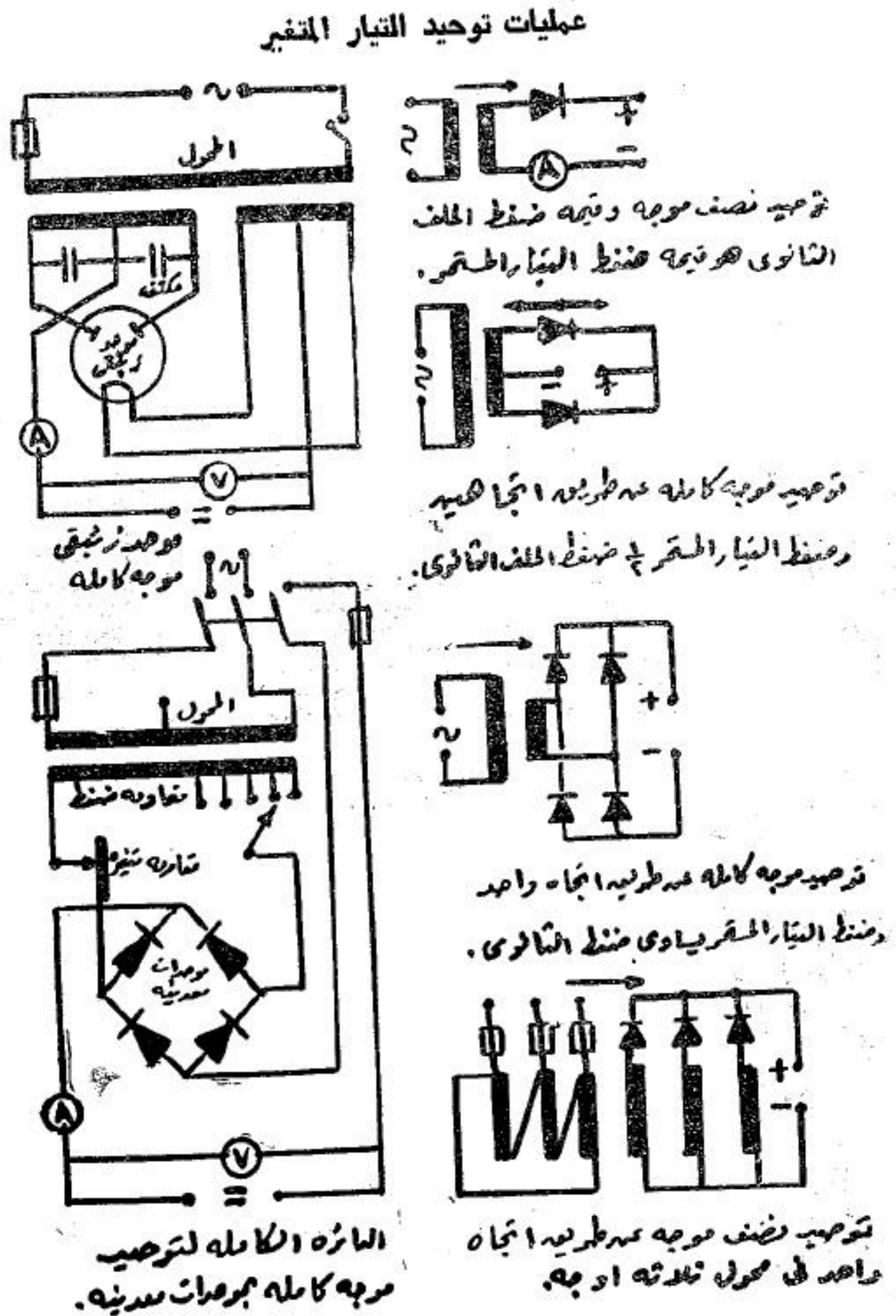
الواح البطارية



جهاز الأيدرومتر
لقياس كثافة حامض البطارية

هذا ويمكن التعرف على شحنة أو تفريغ البطارية عن طريق جهـاز الفولت ذو الشوكتين وذلك عن طريق قياس ضغط كل عين على حدة ويجب أن تتم عملية القياس والبطارية محملة فاذا كان ضغط العمود ١٫٧٥ فولت كانت فى حالة شحن واذا نقص عن ذلك يكون فى حالة تفريغ ويجب أن لا يقل ضغط العمود عن ١٫٥ فولت .

عمليات توحيد التيار المتغير



المحولات الكهربية

من مميزات التيار المتغير على التيار المستمر سهولة امكان تحـــويل قيمته من حيث الضغط سواء من منخفضه الى عاليه أو العكس ، ولهـــذه الميزة تأثير اقتصادى كبير فى تكاليف نقل القدرة الكهربيـــة ، وتأثير فنى فى امكان استعماله على أوسع نطاق .

وقد تتم عملية التحويل المشار اليها سابقا عن طريق استعمال المحولات الكهربية حيث انها على درجة كبيرة من الجودة من أى جهاز آخر لهـــذه العملية ، والمحول المتغير وبدون الحاجة الى استعمال أى أجزاء متحركة مثل الولدات .

تركيب المحـــول

يتركب المحول فى أبسط صورة له من الأجزاء الأساسية الآتية :

١ ــ القلب الحديدى ٣

٢ ــ الملف الابتدائى .

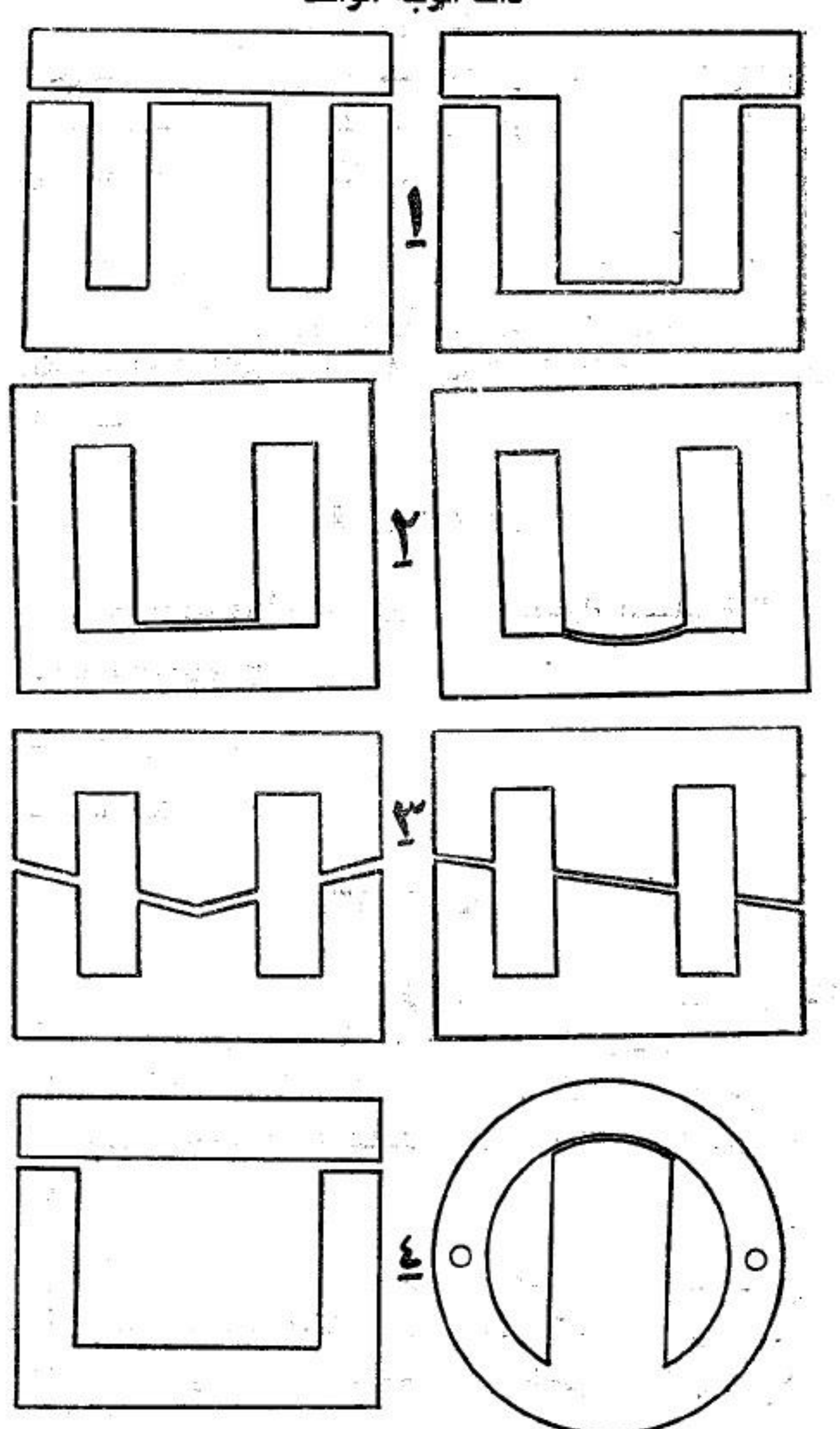
٣ ــ الملف الثانوى .

القلب الحـــديدى

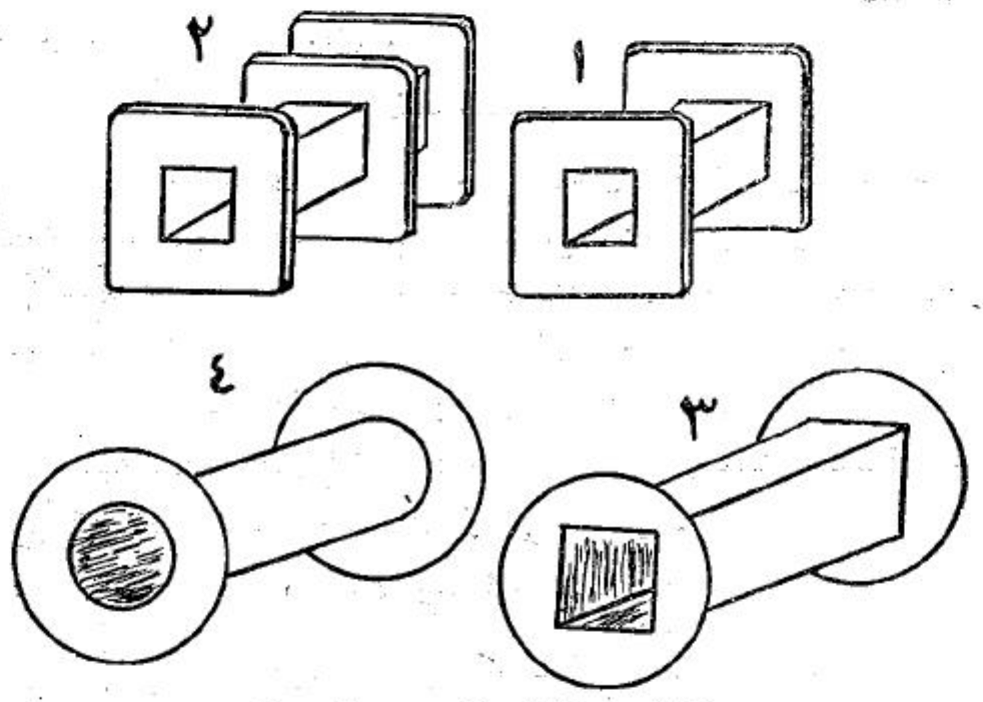
يصنع القلب الحديدى من رقائق من الحديد الطرى أو من سبيكة خاصة من الحديد ويكون سمك الرقيقة الواحدة (٣ر٠) تقريبا وتكون معزولة من أحد الوجهين أما بالأكسدة أو الورنيش ، وقد تختلف أشكال الرقيقـــة من حيث الشكل والتجميع فقط ، كما تشكل مجموعة الرقائق فى بعض الحالات قلب واحد أو قلبان أو ثلاثة .

فائدة القلب الحديدى فى المحول هو ايجـــاد الفيض المغناطيسى اللازم لعملية التحويل سواء كانت خفض أو رفع نتيجة مرور التيار الكهـــربى فى الملفات المركبة عليه وقد يختلف حجم القلب الحديدى حسب صغر أو كبر قدرة المحول .

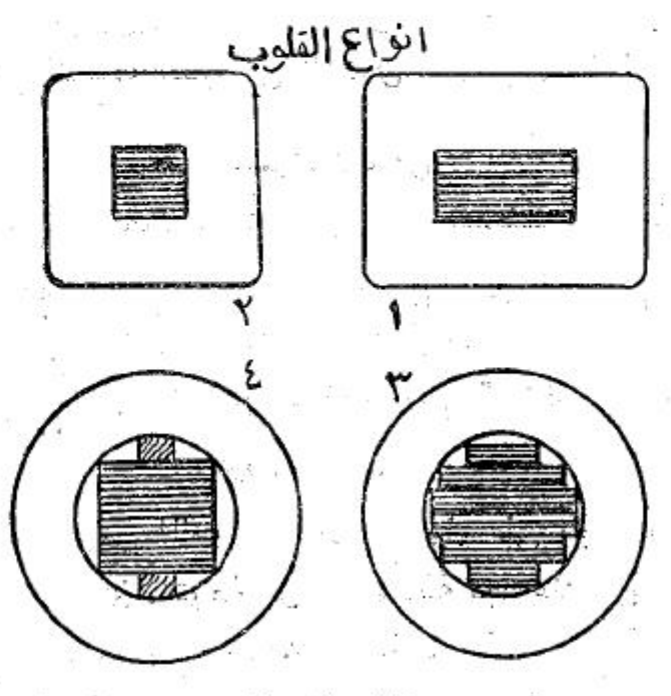
انواع من رقـــائق المحولات
ذات الوجه الواحد



أنواع من البكر المستعمل لملفات المحولات



أنواع من القلب الحديدى للمحولات



الملف الابتدائى

يجهز الملف الابتدائى من سلك نحاس معزول ورنيش أو قطن أو حرير ومن عدد معين من اللفات ويكون لهذا السلك مساحة مقطع تتناسب مـــع شدة التيار التى تمر به ، وهو الملف الذى يتصل مباشرة بضغط الينبوع المراد

رفعه أو خفضه ، ويوضع الملف الابتدائى حول القلب الحديدى مع مراعاة عزله كهربائيا عن هذه الرقائق .

الملف الثانوى

يجهز الملف الثانوى من سلك نحاسى معزول ويتكون من عدد معـين من الملفات وكذا من مساحة مقطع تتناسب مع شدة التيار المار به ، وهـو الملف الذى يؤخذ منه قيمة الضغط المطلوب بعد عملية التحويل ، وهو يوضع أما فوق الملف الابتدائى أو بجواره وعلى قلب واحد أو عـلى قلب حديدى مستقل اذا كان الحديد المستعمل من النوع ذو القلبين .

بالنسبة لعمل المحول المشار اليه وهو اما رفع أو خفض قيمـة ضغط للينبوع فانه ينقسم بالنسبة لهذا العمل الى قسمين .

محـول الرفـع

هذا النوع من المحولات تكون فيه قيمة الضغط على أطـراف الملف الثانوى أعلى من ضغط الينبوع المتصل بالملف الابتدائى والمراد تحويله . وعلى هذا يكون عدد اللفات فى الثانوى اكثر من عدد اللفـات فى الابتدائى أما مساحة مقطع السلك فتكون فى الثانوى أقل من مساحة مقطع السلك فى الابتدائى .

محـول الخفض

هذا النوع من المحولات تكون فيه قيمة الضغط على أطـراف الملف الثانوى أقل من قيمة ضغط الينبوع المتصل بالملف الابتدائى وعلى هذا يكون عدد اللفات فى الثانوى أقل من عدد اللفات فى الابتدائى اما مساحة مقطـع السلك نتكون فى الثانوى أكبر من مساحة مقطع السلك فى الابتدائى .

نظريـة المحـول

عند توصيل طرفى الملف الابتدائى للمحول على ينبوع تيار متغير مع ترك دائرة الملف الثانوى مفتوحة أى غير محملة نجد عند مرور التيار المتغير فى الملف الابتدائى توجد مساحة مغناطيسية متغيرة فى القلب الحديدى .

ولما كان الملف الابتدائى مكون من عـدد من اللفـات فان السـاحة المغناطيسية تعمل على ايجاد استنتاج نفس كبير للملف الابتدائى ، وبمـا أن مقاومة الملف المادية صغيرة جدا فانه لا يوجد فقـد فى الضغط وتكون القوة الدافعة الكهربية العكسية هى الوحيدة التى تحدد قيمة التيار بالملف وقيمتها تكون قريبة جدا من القوة الدافعة الكهربية للينبوع عدا قيمة صغيرة

جدا تقوى على امرار التيار اللازم للمغطسة ويسمى تيار المغطسة ويكون متأخرا (٩٠ درجة) عن ضغط الينبوع حيث أن (ض) العكسية تساوى وتضاد (ض) الينبوع تقريبا ولهذا السبب تكون القدر المنصرفة بالملف الابتدائى عندما تكون دائرة الملف الثانوى مفتوحة تساوى صفرا أو حسب تيمة جودة المحول .

القوة الدافعة الكهربية بالملف الثانوى

فى المحول المتقن تصميمه وصنعه تقطع جميع الخطوط للمجال الناشىء حول الملف الابتدائى كل لفة من لفات الثانوى عند تمدد وتقلص هذه الخطوط وبذلك تكون القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى كل لفة من لفات الثانوى تساوى الموجودة فى كل لفة من لفات الابتدائى ، وعلى هذا نجد نسبة القوة الدافعة الكهربية الكلية فى الابتدائى الى القوة الدافعة الكهربية الكلية فى اثانوى تساوى النسبة لعدد لفات الابتدائى الى عدد لفات الثانوى أى اذا تساوت عدد لفات الابتدائى مع عدد لفات الثانوى وتساوت القوة الدافعة الكهربية العكسية للابتدائى مع ضغط الينبوع نجد أن القوة الدافعة الكهربية فى الثانوى تساوت مع الضغط للينبوع .

$$\frac{\text{ض ابتدائى}}{\text{ض ثانوى}} = \frac{\text{لفات ابتدائى}}{\text{لفات ثانوى}}$$

$$\therefore \text{ض ثانوى} = \frac{\text{ض ابتدائى} \times \text{لفات ثانوى}}{\text{لفات الابتدائى}}$$

وتسمى نسبة عدد لفات الثانوى الى عدد لفات الابتدائى بنسبة التحويل حيث نجد أن المحول الذى فيه لفات الابتدائى (١١٠ لفة) ولفات الثانوى (١٠٠٠ لفة) يسمى محول رفع (١/١٠) بينما نجد المحول الذى فيه لفات الابتدائى (١٠٠ لفة) ولفات الثانوى (١٠ لفات) يسمى محول خفض (١/١٠) .

ولما كانت القوة الداعة الكهربية فى الثانوى متولدة من تأثير المجال المغناطيسى للملف الابتدائى نجد أن الزاوية بينهما وبين ضغط الينبوع (١٨٠ درجة) .

تيار الابتدائى والثانوى

عند توصيل مقاومة مادية بطرفى الملف الثانوى يمر بها تيار يتناسب وقيمتها ويكون منطبقا مع ضغط الثانوى اى فى وجه واحد معه ، وينتج من مرور هذا التيار فى الثانوى مجالا مغناطيسيا متغيرا ويضاد مجال الابتدائى فيضعفه فتقل قيمة القوة الدافعة الكهربية العكسية فى الملف الابتدائى بذلك تزداد شدة التار به بما يناسب الزيادة فى الحمل .

اى أن زيادة شدة التيار فى الثانوى نتيجة زيادة الحمل يتبعها زيادة فى تيار الابتدائى مع ضعف المجال المغناطيسى فيه ويتبع هذا هبوط فى قيمة الضغط فى كل من الملف الثانوى والملف الابتدائى ، واذا استمرت هذه الزيادة فى تيار الثانوى بزيادة الحمل وتتعدى شدة التيار القانونى فان مجال الابتدائى يتلاشى وترتفع فيه شدة التيار نظرا لتلاشى القوة الدافعة الكهربية العكسية وتكون النتيجة هى احتراق الملف .

من الشرح السابق يتضح انه فى حالة ما اذا كان ضغط الثانوى اكبر من ضغط الابتدائى تكون شدة التيار فى الابتدائى أكبر من شدة التيار فى الثانوى بما يتناسب مع نسبة التحويل .

واذا أهملنا المفاقيد فى المحول وكانت جودته تقرب من (٩٩٠٪) فان القدرة فى الابتدائى تتساوى مع القدرة فى الثانوى .

ض ثانوى = ض ابتدائى x نسبة التحويل .

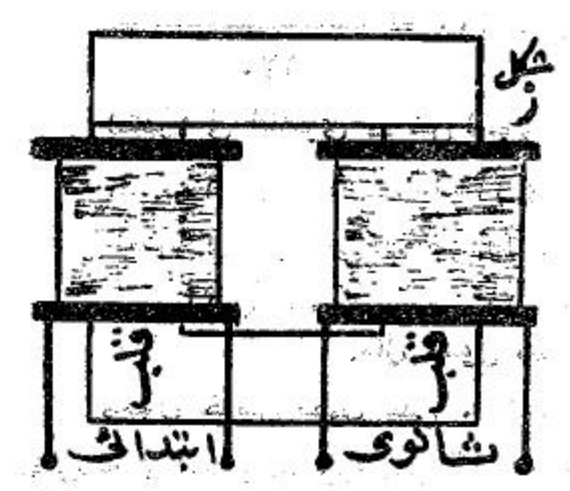
ش ابتدائى = ش ثانوى x نسبة التحويل .

قبل أن نعطى امثلة على محولات الرفع ومحولات الخفض يجب أن نعلم أن هذه المحولات بنوعيها تنقسم الى قسمين :

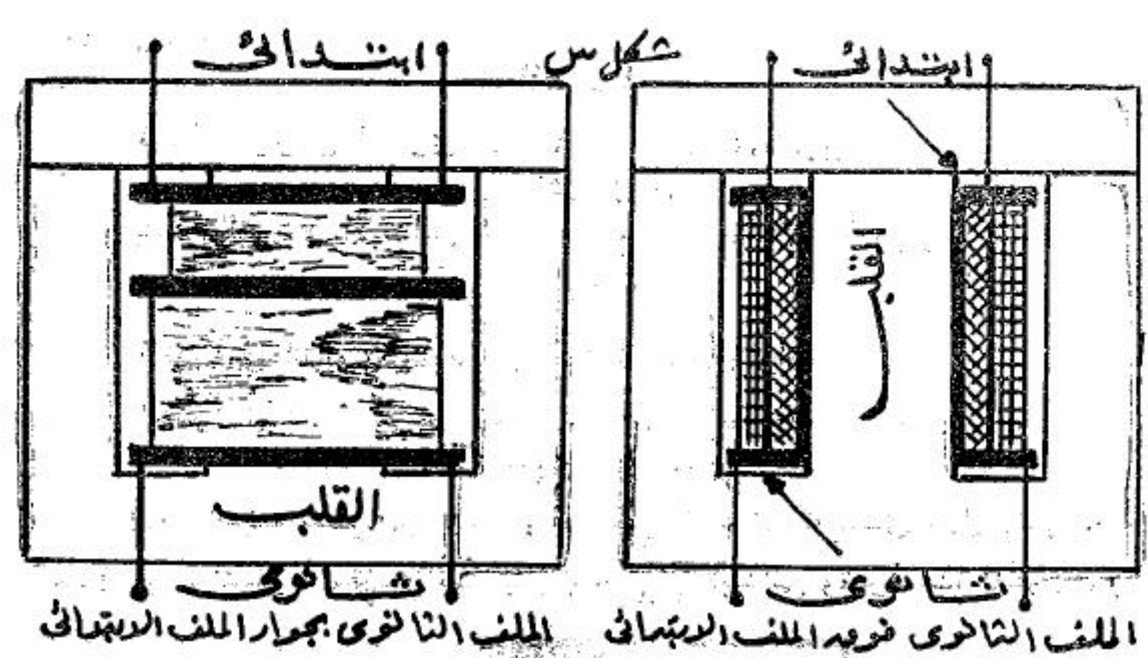
١ — محولات استنتاجية وهى ذات الملف الابتدائى المستقل والملف الثانوى المستقل بحيث لا يوجد أى اتصال كهربى بين لفات الابتدائى ولفات الثانوى .

٢ — محولات نفسية وهى ذات الملف الواحد المدرج والذى يجمع بين كل من الملف الابتدائى والملف الثانوى كما هو موضح فى الأمثلة الآتية حيث نجد أن هناك اتصال كهربى بين الملف الابتدائى والملف الثانوى سواء فى حالة الرفع أو فى حالة الخفض بعكس الحال فى المحول الاستنتاجى .

الرسومات الآتية تبين بعض الأوضاع للملف الثانوى والابتدائى على قلب المحول سواء كان هذا المحول رفع أو خفض إستنتاجى .



فى هذا النوع من وضع الثانوى والابتدائى عندما تحصل على عدد لفات الفولت الواحد يجب ضربها فى ١٫٧٥ .



مثال لمحول رفع إستنتاجى

محول رفع من ٢٣٠ فولت الى ٢٣٠٠ فولت يغذى حمل مقاومته ٢٣٠ أوم والمطلوب معرفة قيمة كل من تيار الابتدائى والثانوى وقدرة هذا المحول .

الحل

شدة التيار فى الثانوى = ض ثانوى ÷ المقاومة

= ٢٣٠٠ ÷ ٢٣٠ = ١٠ أمبير

شدة التيار فى الابتدائى = $\dfrac{\text{ض ثانوى} \times \text{ش ثانوى}}{\text{ض ابتدائى}}$

= $\dfrac{٢٣٠٠ \times ١٠}{٢٣٠}$ = ١٠٠ أمبير

القدرة فى الثانوى = ض ثانوى × ش ثانوى

= ٢٣٠٠ × ١٠ = ٢٣٠٠٠ وات

القدرة فى الابتدائى = ض ابتدائى × ش ابتدائى

= ٢٣٠ × ١٠٠ = ٢٣٠٠٠ وات

مثال لمحول خفض استنتاجى

محول خفض يعمل على ٢٠٠ فولت ويعطى ٧٥ فولت يغذى حمل مقاومته ٣ أوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .

الحل

شدة التيار فى الثانوى = ٧٥ ÷ ٣ = ٢٥ أمبير .

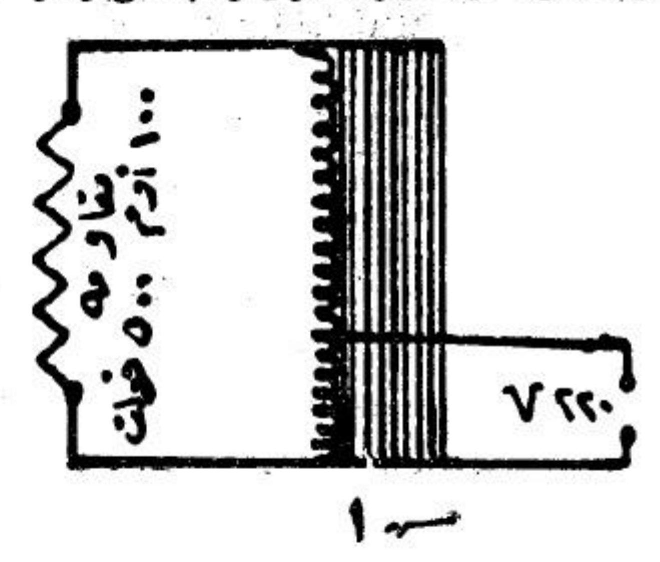
شدة التيار فى الابتدائى = $\dfrac{٧٥ \times ٢٥}{٢٠٠}$ = ٩٫٣٧٥ أمبير

القدرة فى الثانوى = ٧٥ × ٢٥ = ١٨٧٥ وات

القدرة فى الابتدائى = ٢٠٠ × ٩٫٣٧٥ = ١٨٧٥ وات

مثال لمحول رفع نفسى

محول رفع نفسى من ٢٠٠ فولت الى ٥٠٠ فولت يغذى حمل مقاومته ١٠٠ أوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .



ســـ ١

الحـــل

شدة التيار فى الثانوى = ٥٠٠ ÷ ١٠٠ = ٥ أمبير

$$\text{شدة التيار فى الابتدائى} = \frac{٥٠٠ \times ٥}{٢٠٠} = ١٢٫٥ \text{ أمبير}$$

القدرة فى الثانوى = (ض ثانوى — ض ابتدائى) ش ثانوى

= (٥٠٠ — ٢٠٠) × ٥

= ٣٠٠ × ٥ = ١٥٠٠ وات

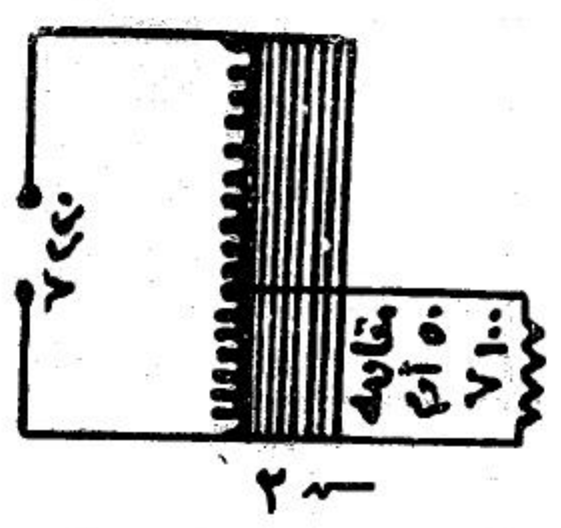
القدرة فى الابتدائى = (ش ابتدائى — ش ثانوى) ض ابتدائى

= (١٢٫٥ — ٥) ٢٠٠

= ٧٫٥ × ٢٠٠ = ١٥٠٠ وات

مثال لمحول خفض نفسى

محول خفض يعمل على ٢٠٠ فولت ويعطى ١٠٠ فولت ويغذى حمل مقاومته ٥٠ أوم والمطلوب معرفة قيمـــة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .



شكل ٢

شدة التيار فى الثانوى = ١٠٠ ÷ ٥٠ = ٢ أمبير

$$\text{شدة التيار فى الابتدائى} = \frac{١٠٠ \times ٢}{٢٠٠} = ١ \text{ أمبير}$$

القدرة فى الثانوى = (ش ثانوى — ش ابتدائى) ض ثانوى

= (٢ — ١) ١٠٠

= ١٠٠ × ١ = ١٠٠ وات

القدرة فى الابتدائى = (ض ابتدائى — ض ثانوى) ش ابتدائى

= (٢٠٠ — ١١٠) ١

= ١٠٠ × ١ = ١٠٠ وات

ملاحظة : يراعى اختلاف تركيب قانون القدرة فى الخفض عنه فى حالة الرفع فى المحول النفسى وهذا ظاهر فى المثالين السابقين

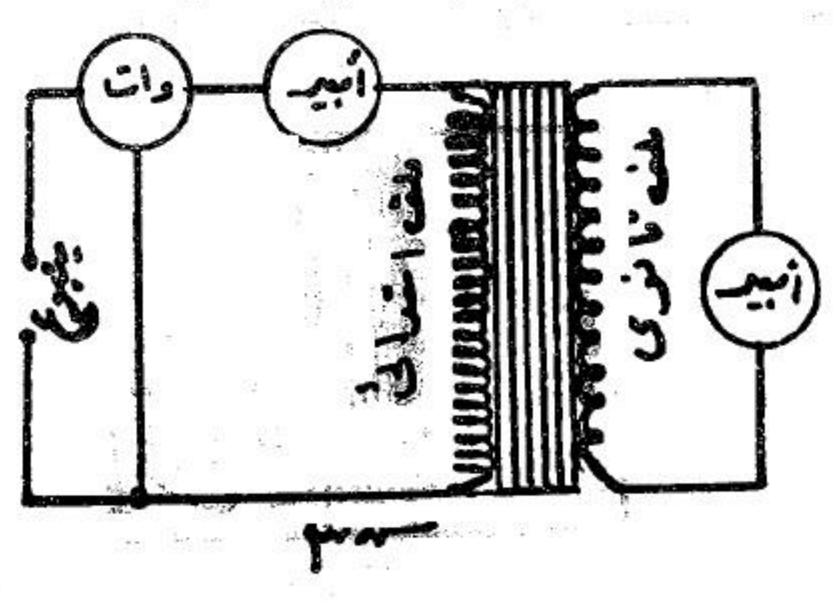
جودة المحـــول الكهربى

تتوقف جودة المحول على قيمة المفاقيد الموجودة به فكلما تمكنا من تقليل هذه المفاقيد تمكنا من رفع جودة المحول واذا بحثنا عن هذه المفاقيد نجدها نوعان .

المفاقيد النحاسية :

عند حساب الجودة للمحول يجب اعتبار المقاومة المادية لسلك الملف حيث ان القدرة المفقودة فى كل ملف تتناسب طرديا مع (مربع شدة التيـــار المار به × مقاومته المادية) وهى (ش٢ × م) ويمكن التغلب عليها باستعمال سلك مقطع اكبر من الأصلى قليلا .

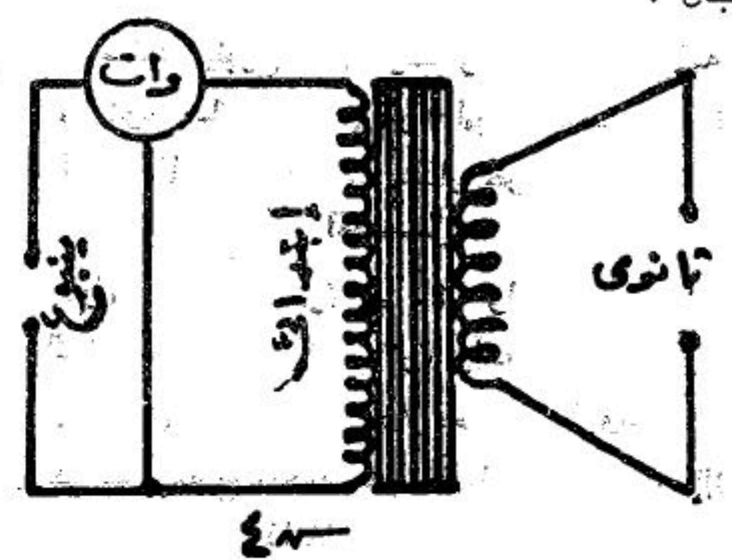
تحديد قيمة المفاقيد النحاسية



وصل طرفى الملف الابتدائى بالينبوع مـــع استعمال مقاومة تمكنك من التحكم فى قيمة ضغط الينبوع عند التغذية مع وضع جهاز امبير وجهاز قدرة فى دائرة الابتدائى كما هو موضع بالرسم ثم اقفل الملف الثانـــوى بجهـــاز امبير ، ابدأ بتغذية الملف الابتدائى بقيمة صغيرة من الضغط حتى يصل التيار المار بالملف الثانوى الى قيمة تيار الحمل الكامل بالنسبة لقدرة المحول وبذلك يمر أيضا بالملف الابتدائى تيار الحمل الكامل وتكون قراءة جهاز القـــدرة تعبر عن قيمة المفاقيد النحاسية الموجودة فى هذا المحول .

تحديد قيمة المفاقية الحديدية

تدخل المفاقيد الحديدية فى حساب جودة المحول وهى المفاقيد الناتجة عن هروب بعض الخطوط المغناطيسية او لنوعية الحديد المصنوع منه الرقائق وقيمة التيارات الاعضارية . والتعويق المغناطيسى الناتج من بقاء جـزء من المغناطيسية فى الرقائق الأمر الذى يسبب احتكاك ذرات الحديد أثنـاء انعكاس المجال .



فى هذا الرسم الخاص بتحديد قيمة المفاقيد الحديديـة يغـذى الملف الابتدائى تغذية كاملة اى يوصل مباشرة بالنبوع وبقيمته الطبيعية وبالتردد الذى يعمل عليه المحول مع وضع جهاز القدرة فى دائرة الملف الابتـدائى كما هو موضح بالرسم مع ترك دائرة الملف الثانوى مفتوحة حيث أن المفاقيد الحديدية فى المحول تتوقف على المجال المغناطيسى وبذلك تكون قراءة جهاز القدرة عند التغذية هى قيمة المفاقيد الحديدية بالمحول .

علمنا سابقا أن المفاقد الموجودة فى المحول هى مفاقيد نحاسية ومفاقيد حديدية وهى ليست كبيرة القيمة اذا كان تصميم وتصنيع المحول على جانب كبير من الاتقان وعلى هذا تكون جودة المحول هى مقدار نسبة الخرج الى الدخل فى المائة .

الدخل = الخرج + المفاقيد النحاسية + المفاقيد الحديدية .

$$\text{الجودة} = \frac{\text{الدخل بالوات}}{\text{الخرج بالوات}} \times ١٠٠$$

البيان الخـــاص بحسابات
لف المحـــولات

عند اختبار حديد المحول لابد أن يكون مقـــدار خرجـــه المغناطيسى يتناسب مع مقدار خرجه الكهربى والذى ينسب دائما الى الملف الثانوى .

مقدار الخرج الكهربى = ض × ش بالنسبة للثانوى

مقدار شدة التيار فى الابتدائى = الخرج ÷ ض التغذية فى الابتدائى

مثـــــال

نفرض أن ضغط الينبوع ٢٢٠ فولت وتردده (٥٠ ذبذبة) ويحمل عليه محول يعطى ٥٠ فولت ثانوى لحمل ٢٫٨ أمبير ويعطى ١٫٨ فولت ثانـوى لحمل آخر ٤ أمبير والمطلوب حساب مقدار خرج المحول .

الحـــــل

الخرج الأول = ٥٠ × ٢٫٨ = ١٤٠ وات.

الخرج الثانى = ١٫٨ × ٤ = ٧٫٢ وات .

∴ الخرج الكلى = ١٤٠ + ٧٫٢ = ١٤٧٫٢ وات .

وعلى هذا يكون خرج المحول هو حاصل ضرب فولت الثانوى فى شدة تياره اذا كان ملف واحد أما اذا كان هناك أكثر من ملف ثانوى فيكون الخرج الكلى هو مجموع كل الخروج .

من هنا نجد أن طبيعة الينبوع لا دخل لها فى حسابات الخـــرج ولكن يجب أن يتناسب الملف الابتدائى مع خرج المحول ويحسب مقدار مســـاحة مقطع سلكه على أساس هذا الخرج وقيمة ضغط الينبوع .

عند حساب مساحة مقطع القلب الحديدى المراد استعماله لقـــدرة معينة نجد أن هذه المساحة متوقفة على كل من قدرة المحول وقيمة تـــردد الينبوع نجد أنه اذا زاد تردد الينبوع تقل مساحة مقطع القلب عند ثبات القدرة والعكس اذا نقص التردد زادت مساحة مقطع القلب الحديدى عند ثبات القدرة أيضا .

فى المحولات الكبيرة القدرة يقدر خرج المحـــول بالفولت أمبير وليس بلوات والسبب فى ذلك هو ، فى حالة المحولات وجميع الأجهزة التى تعمل على التيار المتغير يوجد عامل آخر يؤثر على القدرة وهو نوعية الحمل من حيث كونه مقاومة عادية أو ممانعة مغناطيسية أو استاتكة وهذا العامل يسمى (معامل القدرة) .

ولكن فى أغلب الأحيان يكون الفرض الذى يعمل عليه المحول الصغير حتى قدرة واحد كليوات عبارة عن مقاومة مادية بحتـــة وعلى هـــذا يكون الخروج بالوات وهو الناتج من ضرب الفولت فى الأمبـــير بالنسبة للملف الثانوى .

حساب مساحة مقطع السلك

لحساب مساحة مقطع سلك ملفات كل من الابتدائى والثانوى يجب التعرف على قدرة المحول وقيمة ضغط الابتدائى وقيمة ضغط الثانوى ثم من قيمة القدرة مقسومة على ضغط الابتدائى نتعـــرف على شدة التيار ومن قسمة القدرة على ضغط الثانوى نتعرف على شدة التيار وباعتبار كثافـــة التيار لكل مم^{٢} فى المحولات هى ٤ أمبير تقريبا هنا يمكن من قسمة شدة تيار الابتدائى على كثافة التيار نحصل على مساحة مقطع السلك الخاص به ومن قسمة شدة تيار الثانوى على كثافة التيار نحصل على مساحة مقطعة ثم بعد ذلك من مساحة المقطع يمكن تحديد قطر السلك للابتدائى والثانوى .

حســـاب عـــدد اللفات

حساب عدد اللفات أما على أســـاس لفات الفولت الواحد أو عـــلى أساس لفات الملف كاملا حسب قيمة ضغطه ، ولحساب عدد لفات الفولت الواحد سواء للابتدائى أو الثانوى يدخل فى حسابنا كل من تردد الينبـــوع ومساحة مقطع القلب الحديدى للمحول بالبوصة المربعة عند استعمال أبسط قانون وهو ذو الرقم الثابت لكل تردد .

الرقم الثابت عند تردد معين لحساب لفات الفولت الواحد .

١ — عند تردد قيمته ٢٥ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ١٤ .

٢ — عند تردد قيمته ٤٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٨٫٧٥ .

٣ — عند تردد قيمته ٥٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٧ .

٤ — عند تردد قيمته ٦٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٥٫٨٥ .

طريقـــة تنفيذ القانون

أوجد أولا مساحة مقطع القلب الحديدى بالبوصة المربعة من حاصل ضرب سمك مجموعة الرقائق في عرض لسان الرقيقة الذى يدخل فى بـــكرة الملف ، ثم يختار الرقم الثابت المتفق مع تردد الينبوع الذى سيعمل عليـــه المحول ، ثم من قسمة الرقم الثابت المختار على مســـاحة مقطـــع القلب الحديدى يكون الناتج هو عدد لفات الفولت الواحد سواء للملف الابتدائى أو للملف اثانوى .

ملاحظـــة :

ـــ عند حساب مســاحة مقطع القلب الحــديدى لا تأخذ الناتج من عملية الضرب مباشرة لأنه لا يمثل المساحة الفعلية بل اضرب الناتج فى ٩ر٠ على أساس القلب كتلة مصمتة .

٢ ـــ لا تقرب أو تحذف أى كسر من اللفة فى العمليـــة الحســابية السابقة مهما كان صغيرا فى عدد لفات الفولت الواحد لأن له تأثير كبير عند حساب عدد اللفات الكلية للابتدائى والثانى .

مثـــال

محول يعمل عى تيار متغير تردد ٥٠ ذبذبة فاذا كان سمك مجموعـة الرقائق ٥ر١ بوصة وعرض لسان الرقيقة واحد بوصة أوجد عدد لفــات الفلولت الواحد .

الحـــل

الرقم الثابت لتردد ٥٠ ذبذبة هو ٧ .

مساحة مقطع قلب الحديدى = (٥ر١ × ١) ٩ر٠ = ٣٥ر١ بوصة مربعــة .

عدد لفات الفولت الواحد = ٧ ÷ ٣٥ر١ = ١٨ر٥ لفة .

حساب عدد لفات الملف كامل

يختلف الوضع فى حساب عدد لفات الملف كاملا عن حساب عدد لفات الفولت الواحد من حيث الأرقام الثابتة وتقدير قيمة الفيض المغناطيسى حساب مقطع القلب حيث يكون بالسنتيمتر المربع بدلا من البوصة المربعة .

١ ـــ الرقم الثابت المستعمل فى القانون هو ٤٤ر٤ × ١٠^٨ .

٢ ـــ أوجد قيمة تردد الينبوع الخاص بتشغيل المحول .

٣ ـــ قيمة ضغط الابتدائى والثانوى .

٤ ـــ رقم ١٠٠٠٠ خط قيمة يمكن الأخذ بها لمقدار الفيض المغناطيسى لكل سنتيمتر مربع حتى قدرة ٣ كليوات ويمكن تحديد قيمة هذا الفيض من الملاحظة المقدمة لك فيما بعد .

طريقة تنفيذ القانون

أوجد أولا مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع مع مراعاة الدقة فى القياس ثم اختيار قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة ثم أوجد قيمة الفيض الكلى لهذا القلب .

$$\text{عدد لفات الملف} = \frac{\text{ضغط الملف} \times 10^8}{\text{٤٤ر٤} \times \text{التردد} \times \text{الفيض الكلى}} = \text{لفة .}$$

مثـــال

محول يعمل عى ينبوع ٢٠٠ فولت يتردد ٥٠ ذبذبة ويعطى ٢٥ فولت ثانوى فاذا كان سمك مجموعة الرقائق ٥ سم وعرض لسان الرقيقة ٥ر٢سم أوجد عدد لفات الابتدائي والثانوى .

الحـــل

مساحة مقطع القلب = ٥ × ٥ر٢ = ٥ر١٢ سم^2

قيمة الفيض الكلى = ٥ر١٢ × ١٠٠٠٠ = ١٢٥٠٠٠ خط

$$\text{عدد لفات الابتدائى} = \frac{200 \times 10^8}{4.44 \times 50 \times 125000} = \text{٧٢٠ لفة}$$

$$\text{عدد لفات الثانوى} = \frac{25 \times 10^8}{4.44 \times 50 \times 125000} = \text{٩٠ لفة}$$

ملاحظـــات هامـــة

من الشرح السابق والخاص بالمحولات يمكن استعمال القانون الخاص بعدد لفات الفولت الواحد بالنسبة للمحولات ذات اقـــدرة الصغيرة حتى واحد كيلوات مع مراعاة أن مساحة مقطع القلب الفعلية تقل عن المســـاحة المحسوبة بقليل ويمكن الاستعانة بالجدول الخاص لذلك حيث نجد مثلا ان القلب الذى مساحته واحد بوصة مربعة بمساحته الحقيقية هى ٩ر٠ بوصة مربعة وهكذا باقى المساحات وعلى هذا نجد عند حساب عدد لفات الملف الثانوى تزداد عدد لفاته بنسبة ٥٪ لتعويض الفقد فى حالة الحمل واللاحمل.

أما القانون الثانى والخاص بحساب عدد لفات الملف كاملا فيمـــكن استعماله بالنسبة للمحولات ذات القدرة من واحد كليوات الى ثلاثة كيلوات عند استعمال قيمة الفيض (١٠٠٠٠ خط) لكل سنتيمتر مربع وعند تردد قيمته من (٤٠ الى ٦٠ ذبذبة) .

أما المحولات من ثلاثة كيلوات الى ثمانية كليوات يمكن استعمال قيمة الفيض (٨٥٠٠) واذا زادت القـــدرة أكثر من ذلك حتى ٢٠ كيلوات نجد أن عدد الخطوط المستعملة تصل الى (٦٠٠٠ خط) هذا ويجب مراعاة هبوط

الفولت فى الملف الثانوى عند حساب عدد لفاته فى حالة ما بين الحمل اللاحمل ويمكن اعتبار هذا الهبوط بمقدار ٥ر٢٪ تضاف الى فولت الثانوى .

وعلى هذا يمكن حساب عدد لفات الملف الثانوى كالآتى :

$$\frac{\text{عدد لفات الابتدائى} \times (\text{فولت الثانوى} + \text{مقدار الهبوط})}{\text{فولت الابتدائى}}$$

البيان الكامل لحساب المحول

يمكن تحديد قدرة أى مجموعة رقائق محولات دون الرجوع الى الجداول الخاصة بذلك عن طريق القانون الآتى للمحولات ابتداء من ٥٠ وات الى ٥ كيلوات وكذلك حساب قطر السلك اللازم لعمل الملفات .

حساب قدرة المحول

١ — أوجد مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع مع الدقة فى القياس .

٢ — أوجد مربع هذه المساحة ويكون الناتج هو قدرة المحول بالوات .

٣ — استعمل الفيض المغناطيسى المناسب للوحدة المربعة .

مثال

مجموعة رقائق محول فيها عرض اللسان ٥ر٢ سم وسمك مجموعة هذه الرقائق ٥ سم والمطلوب معرفة قيمة قدرة هذا المحول .

الحل

مساحة مقطع القلب الحديدى = ٥ × ٥ر٢ = ٥ر١٢ سم^{٢}

مربع مساحة مقطع القلب = ٥ر١٢ × ٥ر١٢ = ٢ر١٥٦ .

∴ قدرة المحول يمكن اعتبارها ١٥٠ وات بدلا من ٢ر١٦٥ وات وهى فى صالح المحول .

حساب قطر السلك

١ — أوجد شدةالتيار فى الملف الابتدائى والملف الثانوى من القدرة وضغط كل منهما .

٢ — استعمل الرقم الثابت (٦٥ر٠) .

∴ قطر السلك فى الابتدائى = ٦٥ر٠ × $\sqrt{\text{شدة تيار الابتدائى}}$ = مم

∴ قطر السلك فى الثانوى = ٦٥ر٠ × $\sqrt{\text{شدة تيار الثانوى}}$ = مم

هذا ويمكن استعمال الرقم (٤٥) مع مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتميتر المربع فى حالة ايجاد عدد لفات الفولت الواحد وذلك بقسمة العدد (٤٥) على مساحة مقطع القلب .

نموذج كامل لمحول يراد لفه

مثـــال

مجموعة رقائق محول فيها عرض لســان القلب ٥ر٢ سم وسـمك مجموعة الرقائق ٥ سم يراد تنفيذ محول من هذه الرقائق يعمل على ضغط ٢٢٠ فولت ويعطى ١١٠ فولت .

الحـــل

مساحة مقطع القلب الحديدى = ٥ × ٥ر٢ = ٥ر١٢ سم

∴ قــدرة هـــذا المحول = ٥ر١٢ × ٥ر١٢ = ١٥٦ وات

عــدد لفــات الفولت الواحد = ٤٥ ÷ ٥ر١٢ = ٦ر٣ لفــة

عـــدد لفــات الابتــدائى = ٢٢٠ × ٦ر٣ = ٧٩٢ لفة

عــــدد لفـــات الثانوى = ١١٠ × ٦ر٣ = ٣٩٦ لفة

شـــدة التيـــار فى الابتدائى = ١٥٦ ÷ ٢٢٠ = ٧ر٠ أمبير

شـــدة التيـــار فى الثـــانوى = ١٥٦ ÷ ١١٠ = ٤ر١ أمبير

∴ قطـــر ســـلك الابتدائى = ٦٥ر٠ × $\sqrt{٧ر٠}$

٦٥ر٠ × ٨٤ر٠ = ٥٤ر٠ مم .

∴ قطـــر ســـلك الثانوى = ٦٥ر٠ = $\sqrt{٤ر١}$

٦٥ر٠ × ١٨ر١ = ٧٧ر٠ مم .

بهذا النموذج الكامل للقدرة وقطر السلك وعدد اللفات يمكن تنفيذ محول معلوم البيان من أى مجموعة رقائق .

نموذج آخر لحساب قدرة المحول

بهذا النموذج الكامل للقدرة وقطر السلك وعدد اللفات يمكن تنفيذ محول معلوم البيان من اى مجموعة رقائق .

من تجميع البيانات الآتية يمكن حساب قيمة القدرة لمحول وجه واحد .

١ — ف = عدد ذبذبات ضغط الينبوع المستعمل .

٢ — خ = عدد الخطوط المغناطيسية الكلية لمساحة مقطع القلب .

٣ — ل = عدد لفات الابتدائى او الثانى .

٤ — ش = شدة التيار بالأمبير للابتدائى ا والثانوى .

مع ملاحظة عند الأخذ فى البند ٣ بعدد لفات الابتدائى نأخذ فى البند رقم ٤ بشدة تيار الابتدائى وهكذا اذا اخذنا بالثانوى .

قيمة القدرة = (٤٤ر٤ × ف × خ × ل × ش) ÷ (١٠٠٠ × ١٠^٨) = كيلو فولت أمبير

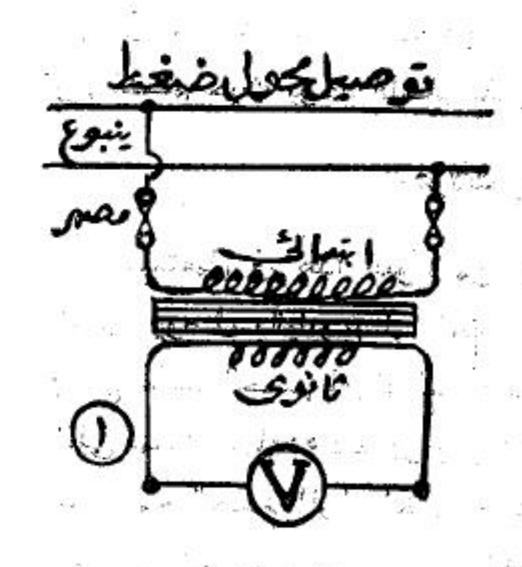
واذا طبقنا القانون بالنسبة للنموذج السابق لوجدنا القدرة فى النموذجين متقاربة جدا وعلى هذا يكون حساب القدرة للمثال السابق هو :

١ — قيمة الفيض المغناطيسى الكلى لمساحة مقطع القلب = ١٢ر٥ × ١٠٠٠٠ = ١٢٥٠٠٠ خط .

٢ — قيمة القدرة = (٧ × ٧٩٢ × ١٢٥٠٠٠ × ٥٠ × ٤٤٤) ÷ (١٠ × ١٠٠٠ × ١٠^٨ × ١٠٠) = ١٥٤ر٠ كيلو فولت أمبير

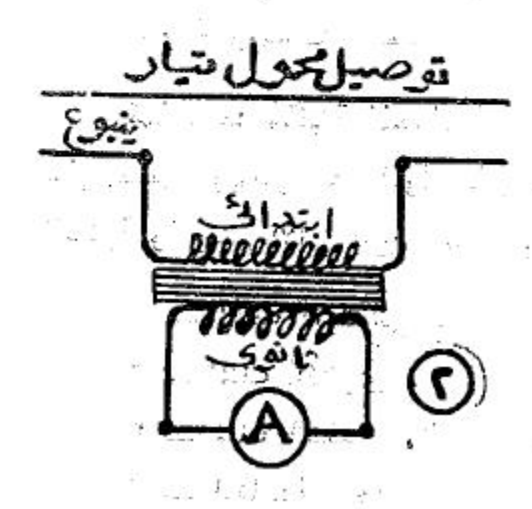
واذا قورنت القدرة فى المثال السابق نجدها ١٥٦ر٠ كيلوفولت أمبير .

محـــولات التيـــار



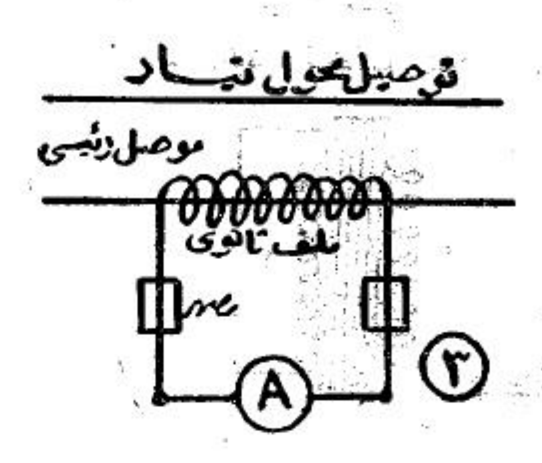
يستعمل محول التيار فى الدوائر الكهربية التى تكون فيها شدة التيار عالية بالنســبة للأجهزة الخاصــة بقياسها مثــل الأمبيرمترات فيمكن بواسطة هذا المحول خفض قيمــة شدة التيار بمقدار يناسب أجهــزة القياس .

ويتركب هذا النوع من المحولات من ملف ابتدائى بعــدد لفات قليلة وذات مقطع كبير يتناسب مع تيار الحمل الكامل فى الدائرة الرئيســية كما يوجد ملف ثانوى بعــدد لفات كثيرة وذات مساحة مقطع صــغيرة مناسبة لشدة التيار المنخفضة وهو التيار الواصل لجهاز القياس .



هذا ويصل الملف الابتــدائى فى هذا النوع بالتوالى مع الينبوع كما هو موضــح بالرسم (٢) وتوصل اجهزة القياس بالملف الثانو ى.

هناك نوع آخــر من محــولات التيار ويستعمل لقياس شدة التيار فى القضــبان الرئيسية ولها تركيب خاص يختــلف عن النوع السابق ذكره حيث نجد أن الموصل الرئيسى يمثل الملف الابتــدائى للمحول أمــا الملف الثانوى عبارة عن عدد مــن اللفات عــلى الموصل وطرفى الملف الثانوى توصل بنقطتى جهاز القياس كما هو موضح بالرسم (٣) .



محولات اللحـــام

فى ماكنات اللحام للمعادن نجد أن المـــاكينة المستعملة تكون حسب نوع اللحام حيث توجد اللحام بالقوس الكهربى واللحام بالنقطة .

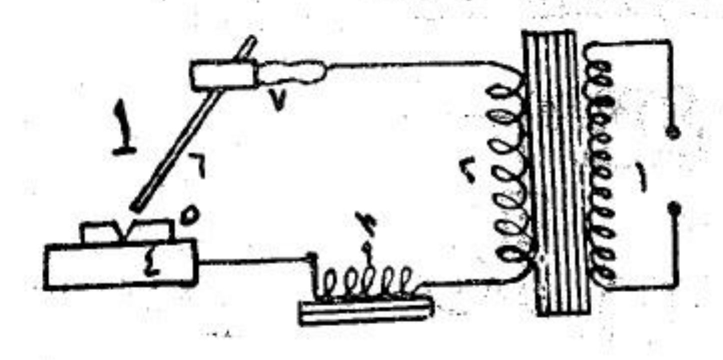
محولات بالقوس الكهربى

يستعمل فى هذا النوع من اللحام محول كهربى وجه واحد بـــه ملف ابتدائى يوصل بالينبوع اما الملف الثانوى يوصل أحد طرفيه بقاعدة حديد يوضع عليها الجسم المراد لحامه ويوصل الطرف الثانى بقطب اللحام الذى يغطى بمادة مساعدة للصهر ومن تلامس قطب اللحام وهو عبارة عن قضيب معدنى مع الجسم المراد لحام يحدث قصر فى الدائرة وبرفع القطب المعونى قليلا عن الجسم تحدث شرارة القوس الكهربى .

هذا ويمكن استعمال محول ثلاثة اوجه لهذه العملية بحيث يحتـــوى على مقاومة وممانعة لتنظيم شدة التيار المستعملة .

كما توجد ماكينة المحرك / المولد وهى عبارة عن محرك يدير مولـــد تيار مستمر ويمتاز هذا المولد بأن عضو استنتاجه يتحمل القصر المسمر فى الدائرة والرسم الآتى يبين محول وجه واحد مستعمل فى عملية اللحام :

١ ـــ الملف الابتدائى للمحول .
٢ ـــ الملف الثانوى .
٣ ـــ ملف التأثير لتنظيم شدة التيار .
٤ ـــ القاعدة الحديد .
٥ ـــ الجسم المراد لحامه .
٦ ـــ القطب المعدنى .
٧ ـــ المقبض للقطب المعدنى .



لحــام النقطــة

تستعمل هذه الطريقة بدلا من طريقة البرشام بالمسامير وهى احدى طرق اللحام بالمقاومة ويستعمل فيها محول كهربى .

يوصل طرفى الملف الابتدائى بالينبوع اما طرفى الثـانوى يوصـلا بزنبتين كل منهما لها دليل محورى (فتيل) لتقريب او ابعاد المسافة بينهما ويوضع بينهما الجسمين المراد لحامهما ويضغط الزنبتين على الجسـمين يحدث القصر ثم يحدث الاندماج بين المعدنين .

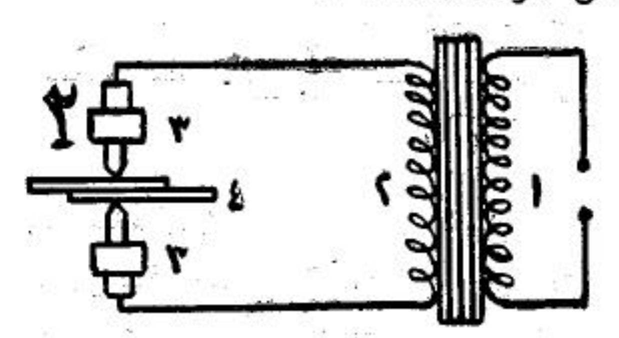
الرسم يوضح ماكينة لحام بالبرشام بالنقطة .

١ — الملف الابتدائى للمحول .

٢ — الملف الثانوى .

٣ — الزنبتين .

٤ — المعدن المراد لحامـه .



فى المحولات الخاصة بلحام الواح ذات سمك كبير ونظرا لارتفاع درجة الحرارة فى طرفى الملف الثانوى لارتفاع شدة التيار تتم عملية تبريد بالمياه عن طريق مواسير حول طرفى الثانوى .

محولات الثلاثة اوجه

تتكون محولات الثلاثة اوجه من ثلاثة (قوائم) قلوب حديدية تصـنع من رقائق من الصلب ويركب على كل من هذه القلوب الثلاثة ملف التغذية (الابتدائى) وملف الاستنتاج (الثانوى) اذا كان نوع المحول استنتاجى او توضع ملفات تجميع ما بين الابتدائى والثانوى اذا كان من النوع النفسى .

نظرا لتواجد ثلاثة ملفات كل من الابتدائى والثانوى وفى حالة التغذية يكون الينبوع له ثلاثة اطراف يجب أيضا أن نحول الأطراف الستة الملفات

الثلاثة الى ثلاثة أطراف أما بطريقة النجمة أو الدلتا وذلك حسب ما هو مبين فى الطرق الآتيــة :

١ — توصيل ملفات الابتدائى والثانوى نجمة .

٢ — توصيل ملفات الابتدائى والثانوى دلتا .

٣ — توصيل ملفات الابتدائى نجمة وملفات الثانوى دلتا .

٤ — توصيل ملفات الابتدائى دلتا وملفات الثانوى نجمة .

حساب محول ثلاثة أوجه

عند حساب مساحة مقطع القلب الواحد يكون على أساس ⅔ القدرة الكلية للمحول أى اذا كان المحول قدرته مثلا ٣٠٠٠ كيلو وات فان كل قائم (قلب) يصمم على انه يختص بقدرة مقدارها ٣٠٠٠ × ⅔ = ٢٠٠٠ كيلو وات اما فى حساب الدائرة الكهربية فقدرة كل قائم = ⅓ القدرة الكلية .

$$\therefore \text{مساحة مقطع القلب بالسم}^{2} = \frac{\text{عدد ثابت}}{\sqrt{3}} \times \sqrt{\frac{\text{القدرة فى القائم}}{\text{التردد}}}$$

والعدد الثابت يستعمل (٧) للقدرة حتى ١٠٠٠ وات والعدد (٩) للقدرة أكبر من ذلك . مع مراعاة مقاومة ونظافة الرقائق حتى يكون المفقود فى الحديد أقل ما يمكن .

حساب القدرة للمحول

لحساب قدرة محول ثلاثة أوجه نستعمل البيانات الآتية :

١ — عدد ذبذبات ضغط الينبوع وهى ف .

٢ — قيمة الخطوط المغناطيسية الكلية وهى خ .

٣ — عدد اللفات فى الابتدائى او الثانوى وهى ل .

٤ — شدة التيار فى الابتدائى او الثانوى وهى ش .

٥ — قيمة جذر ثلاثةوهى ١٫٧٣٢ .

٦ — الرقم الثابت ٤٫٤٤ ، ١٠^٨ ، ١٠٠٠ .

$$\text{القدرة لمحول ثلاثة أوجه} = \frac{4.44 \times \text{ف} \times \text{خ} \times \text{ل} \times \text{ش} \times 1.732}{10^{8} \times 1000}$$

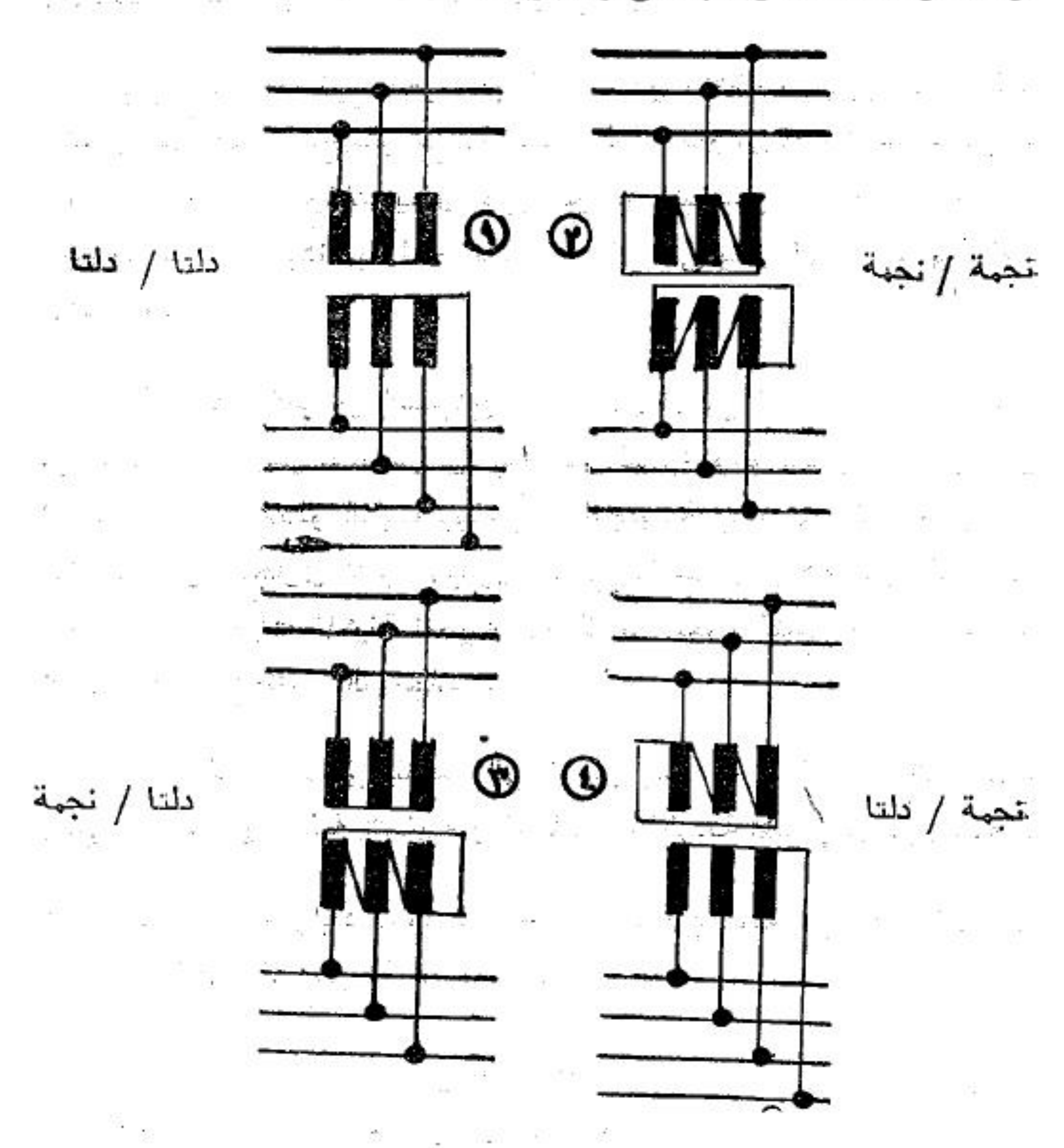
= كيلو فولت أمبير .

بالنسبة لعدد اللف نستعمل القانون الآتى :

$$\text{الفولت} = \frac{\text{٤٫٤٤} \times \text{الذبذبة} \times \text{قيمة الفيض المغناطيسى} \times \text{عدد اللفات}}{10^8}$$

فى القانون السابق اذا كان الفولت هو فولت الابتدائى يكون عدد اللفات ابتدائى اذا كان خاص بالثانوى كانت عدد اللفات للثانوى .

اما مساحة مقطع السلك فهى تحسب على اساس قدرة المحول وشدة وضغط كل من الابتدائى والثانوى .



محركات التيار المتغير

محرك الوجه الواحد

تختلف أنواع محركات التيار المتغير التى تعمل على تيار ذو وجـه واحد فمنها المحرك العام (يونيفرسال) وهذا المحرك يعمل على كل مـن التيار المستمر والمتغير حيث يتكون من أجزاء تشبه اجزاء محركات التيار المستمر وهى العضو الدائر عضو استنتاج كامل من حيث الرقائق والمجارى والملفات وعضو التوزيع بالاضافة الى الاقطاب البارزة والمصنوعة من رقائق وعليها الملفات وكذا الفرش الكربونية ، وهذا النوع يستعمل كثرة فى محركات ماكينات الخياطة والخلاط وبعض المراوح الصغيرة .

يأتى بعد هذا نوع آخر وهو المحرك ذو الأقطاب البارزة ذات الملف المقصور كما هو موضح بالرسم أما العضو الدائر فهو من نوع قفص السنجاب وهذا النوع من المحركات يعمل على التيـار المتغـير فقط ويسـتعمل فى القدرات الصغيرة بالنسبة لخصائص الأجزاء التى يتكون منها وخاصة نوع الأقطـاب .

ولمـا كان النوعين السابقين لا يستعمل إلا فى القدرات الصغيرة فقد تم تصميم نوع آخر يستعمل فى القدرات الكبيرة وهو يتكون من جزئـين أساسيين هما العضو الثابت ويتكون من مجموعة رقائق من الصاج يوجـد بها عدد من المجارى تشبه مجارى عضو الاستنتاج ولكنها من الداخـل ويوضع بها الملفات المكونة لتطبيه المحرك ثم الجزء الثانى وهو العضـو الدائر وهو نوع قفص السنجاب .

وهذا النوع الأخير ينقسم الى نوعين بالنسبة للأجـزاء الاضـافية والتى لها دخل فى عملية تشغيله وكذا بالنسبة لطريقة تقسيم كل نوع للفة .

١ — محرك وجه واحد مزود بمفتاح طرد مركزى وله طريقته الخاصـة لتشغيله وكذا طريقة تقسيمه للفة .

٢ — محرك وجه واحد غير مزود بمفتاح طرد مركزى وله أيضا طريقتـه الخاصة لتشغيله وكذا طريقة تقسيمه للفة .

المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى

نوعيات هذا المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى كثيره ونذكر منها الآتى :

١ — محرك غير مزود بمكثف .

٢ — محرك مزود بمكثف .

٣ — محرك يشترك فيه مجارى تقويم مع تشغيل فى مجرى أو اكثر تحت كل قطب .

٤ — محرك مزود بمكثفين .

جميع هذه المحركات تقسم فيها عدد مجارى المحرك على اساس ⅔ المجارى للفات التشغيل ⅓ المجارى للفات التقويم .

١ — المحرك الغير مزود بمكثف : فى هذا المحرك حيث تكون مساحة مقطع سلك التشغيل كبيرة ومقاومتها صغيرة ومساحة مقطع سلك التقويم صغيرة ومقاومتها كبيرة الأمر الذى ينتج عنه مجالين بينهما زاوية وجه الا اننا نجد أن قيمة هذه الزاوية اقل من ٩٠ درجة وعلى هذا يكون عزم بدء الدوران ضعيف ولكنه كافيا لتشغيل المحرك عند تغذيته بالتيار بدون حمل ويرجع هذا لنسبة اختلاف مقاومة وممانعة نوعى الملفات (تشغيل وتقويم) . لذا نجد هذا المحرك تكون فيه شدة التيار كبيرة عند بدء التشغيل حتى ينفصل التقويم .

٢ — المحرك المزود بمكثف : ويسمى بالمحرك السعوى البدء وفيه يوصل المكثف المناسب لقدرة المحرك بالتوالى مع ملفات التقويم فيعمل هذا المكثف على جعل تيار ملفات التقويم يسبق تيار الينبوع وهنا نحصل على مجال دائرى منتظم اكثر من النوع الغير مزود بمكثف كما نجد أن زاوية الوجه يحدث بها تحسن حيث تصل الى ما يقرب من ٩٠ درجة وهنا نحصل على عزم بدء دوران اكبر مع شدة تيار اقل مع ملاحظة أن استعمال المكثف فى هذا المحرك يتبعه تغيير فى مساحة مقطع سلك ملفات التقويم بالنسبة لمساحة مقطع السلك فى المحرك الغير مزود بمكثف مع الاحتفاظ بعدد اللفات لذا نجد أن هذا المحرك اذا استبعد منه المكثف أو اذا حدث له تلف نجد المحرك عند تغذيته بالتيار لا يشتغل ولابد من تغييره بأخر سليم .

٣ ــ المحرك الذى تشترك فيه ملفات التقويم مع ملفات التشغيل فى مجرى واحدة او اكثر من مجرى تحت كل قطب تشغيل مع تواجد مجـارى للفات مستقلة للتشغيل والتقويم وعملية الاشراك هى ايضا وسيلة لتحسين زاوية الوجه وبالتالى تحسين عزم بدء دوران حتى تنفصل ملفات التقويم .

٤ ــ المحرك المزود بمكثفين : فى هذا المحرك نجد مكثفين احدهما كبير السعة وهو مكثف بدء ومكثف سعته صـغيرة وهو مكثف تشغيل والمكثفين متصلين بالتوازى مع بعضها مع ملاحظة أن سعة المكثف الكبيرة تقرب من أربعة اضعاف السعة الصغيرة وذلك للحصول على عزم بدء دوران ذو درجة عالية ــ أما عن التوصيلات فى هذا المحرك نجدها تختلف عن الموجودة فى المحركات السابقة لاننا نجد أن المكثف ذو السعة الكبيرة هو المتصل بمفتاح الطرد المركزى وهو الذى ينفصل عندما يأخذ المحرك سرعته وتبقى ملفات التقويم متصلة بالتوالى مع المكثف ذو السعة الصغيرة متصـلين بالتيـار وبالتوازى مع ملفات التشغيل .

والرسومات الآتية تبين الوضع فى الأنواع الأربعة السابق ذكرها .

تقسيم المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى

قبل أن نتكلم عن خطوات التقسيم يجب توضيح الآتى :

يوجد فى هذا المحرك نوعين من الملفات الأولى وهى الاساسية وتسمى بملفات التشغيل وهى تحمل تيار الحمل وتحسب من حيث مساحة مقطـع السلك وعدد لفات كل ملف على أساس قدرة سرعة المحـرك وكذا ضغط وتردد التيار الذى يعمل عليه هذا المحرك .

والملفات الثانية وهى اضافية وتسمى بملفات التقويم او البـدء أو المساعدة وهى خاصة بتقويم المحرك من السكون الى الحركة وتحسب من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات كل ملف عـلى اسـاس عزم بـدء الدوران .

ونظرا لتشغيل هذا المحرك على تيار متغير وجه واحد نجد اذا وضعت ملفات التشغيل فقط لا يحدث دوران تلقائى الا اذا حركنا العضو الدائـر

بأى وسيلة خارجية لذا وضعت ملفات التقويم لتقوم بعمل هذه الوسيلة الخارجية وتحرك العضو الدائر عند تغذية المحرك بالتيار والسبب فى ذلك هو عدم وجود زاوية وجه للتيار ذو الوجه الواحد فبوضع التقويم تعمل على خلق وجه آخر من الوجه الأصلى فتتواجد زاوية وجه بينهما مقدارها ٩٠ درجة تقريبا فيتواجد عزم الدوران ويتحرك العضو الدائر .

ولكى تقوم ملفات التقويم بعملها وايجاد زاوية الوجه المطلوبة والتى يترتب عليها تواجد عزم بدء الدوران لابد أن تختلف ملفات التقويم عن ملفات التشغيل فى الآتى :

١ ــ عدد مجارى كل منهما .
٢ ــ مساحة مقطع سلك كل منهما .
٣ ــ عدد لفات ملف كل منهما .

بالاضافة الى تواجد المكثف فى بعض الحالات ومتصل مع ملفات التقويم .

بهذه الاختلافات بين التشغيل والتقويم تتواجد زاوية الوجه اللازمة لدوران العضو الدائر .

خطوات التقسيم

ــ معرفة سرعة المحرك التى منها يمكن تحديد عدد اقطاب المحرك .
٢ ــ معرفة عدد المجارى الكلية للمحرك .
٣ ــ تحديد عدد مجارى ملفات التشغيل على ساس $\frac{2}{3}$ مجارى المحرك .
٤ ــ تحديد عدد مجارى ملفات التقويم على اساس $\frac{1}{3}$ المحرك .
٥ ــ تحديد عدد مجارى كل قطب من اقطاب التشغيل من قسمة عدد مجارى التشغيل ÷ عدد اقطاب المحرك .
٦ ــ تحديد عدد مجارى كل قطب من اقطاب التقويم من قسمة عدد مجارى التقويم ÷ عدد اقطاب المحرك .
٧ ــ نوعية اللف فى هذا المحرك اختبر لف الجانب الواحد فى المجرى .
٨ ــ نوعية الخطوة اختبر فى هذا المحرك الخطوة المتداخلة ذات الجناحين .
٩ ــ مقدار الخطوة : نظرا لتواجد اكثر من متداخلة فعلينا اولا معرفة خطوة الملف الاصغر .

نجد دائما ان عدد مجارى قطب التقويم تقع فى وسـط ملفـات قطب التشغيل ومن هذا الوضع يمكن معرفة قيمة خطوة الملف الأصغر للتشغيل ثم باقى الملفات .

(أ) خطوة الملف الأصغر تشغيل = عدد مجارى قطب التقويم+٢= مجرى
(ب) خطـوة الملف الثانى تشغيل = خطـوة الملف الأصـغر + ٢ = مجرى

وهكذا لباقى الملفات اذا كان هناك ثالث تكون خطوته الثانى زائد اثنين أما خطوة ملفات التقويم فهى عكس التشغيل لأننا سنأخذ بعدد مجارى قطب التشغيل زائد اثنين للملف الأصغر ثم باقى الملف بعد ذلك بزائد مجرتـين للخطوة السابقة .

مثال لتقسيم محرك

محرك وجه واحد العضو الثابت يحتوى على ٢٤ مجرى يعطى سرعة ١٤٥٠ لفة / دقيقة يراد تقسيمه لاعادة لفة مع رسـم الانفـراد لتوضيح الأنواع الثلاثة الغير مزود بمكثف والذى تشترك فيه لفات التقويم مع لفات التشغيل .

١ — سرعة المحرك = ١٤٥٠ لفة/دقيقة = ٤ أقطاب
٢ — عـدد المجـارى الكليـة = ٢٤ مجرى .
٣ — عدد مجارى التشـغيل الكلية = ٢٤ × $\frac{٢}{٣}$ = ١٦ مجرى
٤ — عدد مجارى قطب التشـغيل = ١٦ ÷ ٤ = ٤ مجرى
٥ — عدد مجارى التقويم الكليـة = ٢٤ × $\frac{١}{٣}$ = ٨ مجرى
٦ — عدد مجـارى قطب التقـويم = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى
٧ — نوع الملف جانب واحد مع قسمة ملفات التشغيل نصفين أى جناحين لتنسيق الملفات .
٨ — نوع الخوة متداخلة .
٩ — خطوة الملف الأصغر = عدد مجارى قطب التقويم + ٢
= ٢ + ٢ = ٤ مجرى
١٠ — خطوة الملف الثانى=خطوة الملف الأصغر + ٢ = ٤+٢=٦ مجرى
أو على أساس خطوة الملف الاكبر=عدد مجارى المحرك ÷ عددالأقطاب
= ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى
∴ خطوة الملف الأصغر = خطوة الأكبر — ٢ = ٦ — ٢ = ٤ مجرى
طريقة تقسيم أخرى لتحديد عدد مجارى قطب التشغيل والتقويم :
عدد مجارى القطب الكامل = عدد مجارى المحرك ÷ عدد الاقطاب .
= ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى

∴ عدد مجارى قطب التشغيل = عدد مجارى القطب الكامل × $\frac{2}{3}$

= ٦ × $\frac{2}{3}$ = ٤ مجرى

∴ عدد مجارى قطب التقـويم = عدد مجارى القطب الكامل × $\frac{1}{3}$

= ٦ × $\frac{1}{3}$ = ٢ مجرى

توصـيل الملفـات

بعد استكمال وضع جميع ملفات التشغيل وملفات التقويم تنفذ بعـد ذلك عملية توصيل مجموعات ملفات التشغيل مع بعضها بالتوالى مع مراعاة دخول وخروج التيار الكهربى فى كل مجموعة وذلك لتكوين القطبية المختلفة التى يتكون منها عدد اقطاب المحرك وهكذا بالنسـبة لملفات التقويم مـع ملاحظة ان أى مجموعة ملفات يقع جانبها الأول تحت قطب ويقع جانبهـا الآخر تحت قطب آخر مخالف .

بعد تنفيذ جميع المعلومات السابق شرحها يبقى تجهيز أطراف توصيل المحرك على التيار وهذه العملية لها وضعان بالنسبة لطرفى ملفات التشغيل وطرفى ملفات التقويم وطرفى الطرد المركزى وطرفى المكثف اذا وجد .

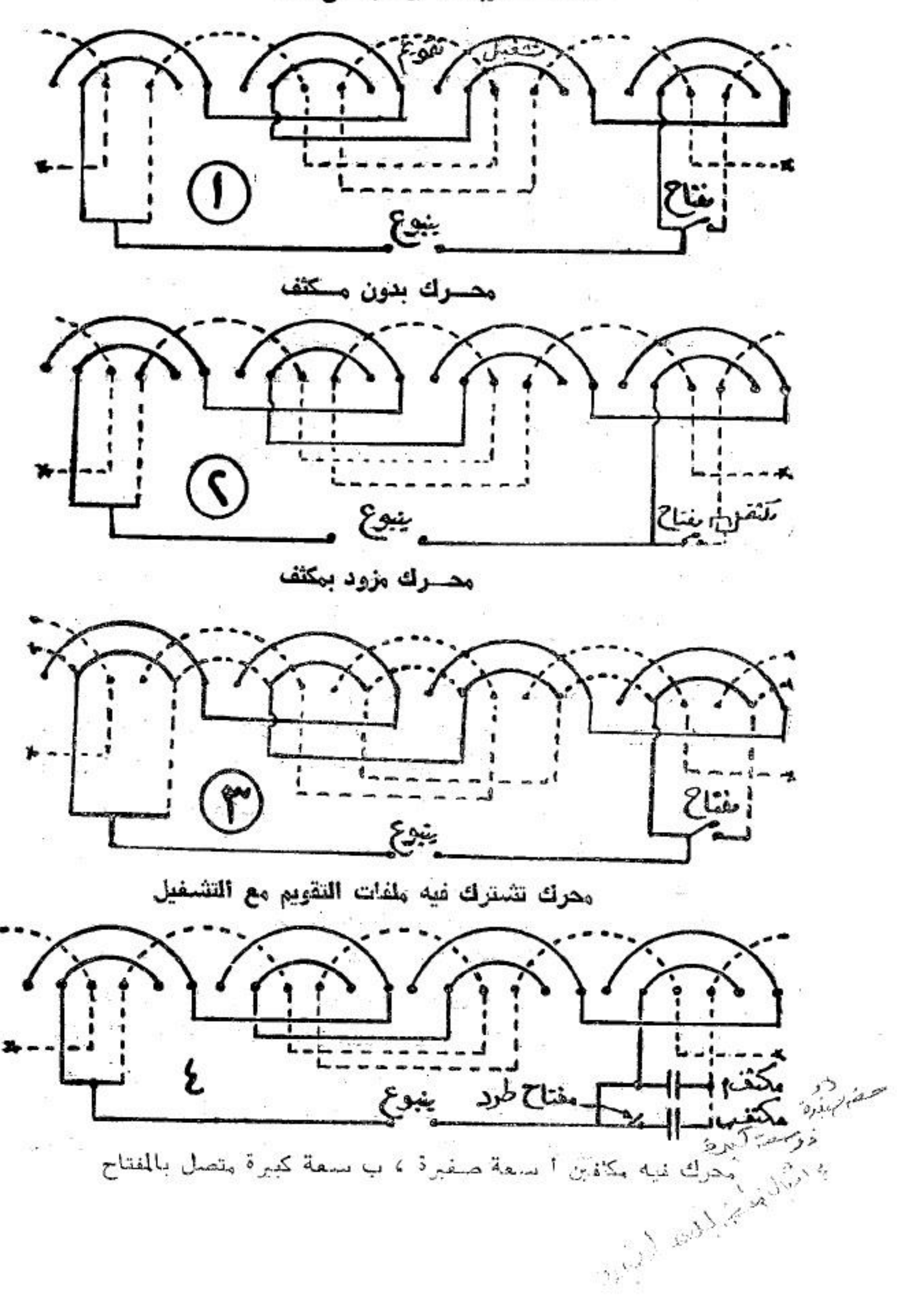
أولا — اذا كان المحرك مزود مكثف نجد ان ملفـات التقويم تتصـل بالتوالى مع المكثف ومع المفتاح الخاص بقطع التيار سواء كان من نـوع الطرد المركزى أو نوع آخر كما تتصل هذه المجموعة باكملها بالتوازى مـع طرفى التشغيل والتيار .

ثانيا — اذا كان المحرك بدون مكثف نجد ملفات التقويم تتصل بالتوالى مع مفتاح الطرد المركزى أو مع مفتاح عادى وكمثرى أو مفتاح قـلاب ثم بالتوازى هذه المجموعة مع ملفات التشغيل والتيار .

هذا ويمكن عكس حركة دوران المحرك عن طريق عكس اتجاه سير التيار الكهربى اما فى ملفات التقويم واما فى ملفات التشغيل بحيث تـكون قطبية التقويم متقدمة أو متأخرة ولذلك نجد عند توصيل مجموعات ملفات التشغيل وتوصيل مجموعات ملفات التقويم عدم الارتباط بينهما من حيث سير التيار وتكوين القطبية والرسومات الآتية توضح هذا .

ملاحظة : اذا كان عدد مجموعات ملفات أقطاب التشغيل تساوى عدد أقطاب المحرك أى اذا كان مثلا عدد مجموعات الملفات أربعة وعدد الأقطاب أربعة يكون توصيل المجموعات مع بعضها بطريقة توصيل نهاية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية وبداية الثانية مع بداية الثالثة وهكذا نهاية مع نهاية وبداية مع بداية أما اذا كان عدد المجموعات نصف عدد الأقطـاب كون التوصيل نهاية الأولى مع بداية الثانية وهكذا مع باقى المجموعات .

الحالات الأربعة لمحرك بمفتاح طرد



محــرك بدون مــكثف

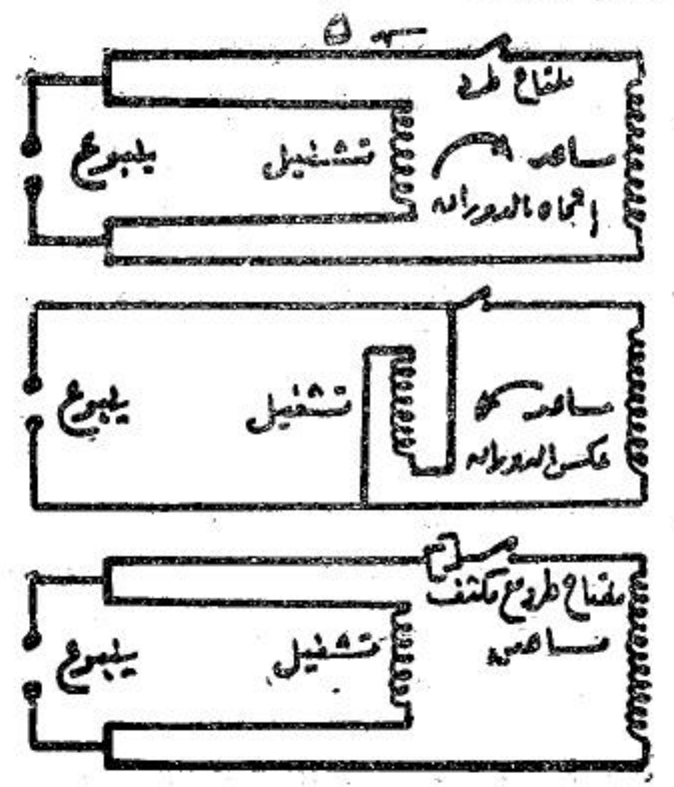
محــرك مزود بمكثف

محرك تشترك فيه ملفات التقويم مع التشغيل

محرك فيه مكثفين ا سعة صغيرة ، ب سعة كبيرة متصل بالمفتاح

عكس اتجاه الدوران لمحرك مزود بمفتاح طرد مركزى

ويمكن تنفيذ هذا اما عن طريق عكس سير التيار فى ملفات التقويم او عكس سير التيار فى ملفات التشغيل .



ملاحظة هامة : فى بعض محركات الوجه الواحد المزودة بمفتاح طـــرد مركزى يحدث عدم التقيد بقيمة $\frac{2}{3}$ المجارى للتشغيل ، $\frac{1}{3}$ المجـــارى للتقويم فمثلا اذا كان المحرك ٢٤ مجرى ٦ قطب يكون $\frac{2}{3}$ المجارى ١٦ مجرى تشغيل ، $\frac{1}{3}$ المجارى ٨ مجرى للتقويم وعند حساب عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم يكون عدد مجارى قطب التشغيل = ١٦ ÷ ٦ = ٢$\frac{2}{3}$ مجـــرى والتقويم ٨ ÷ ٦ = ١$\frac{1}{3}$ مجرى وتصريف هذا الوضع يكون برفع عدد ٢ مجرى من مجارى التقويم فتصبح ٦ مجرى واضافتها الى مجارى التشغيل فتصبح ١٨ مجرى وعلى هذا يكون قطب التشغيل ٣ مجرى والتقويم مجرى واحدة ولضبط زاوية الوجه اما أن نضيف مكثف للتقويم او نشرك عدد من اللفات للتقويم مع التشغيل فى مجرى او اكثر تحت كل قطب او نرفع مساحة قطع سلك التقويم وفى هذه الحالة يكون فى بعض الحالات مساحة مقطع التقويم اكبر من التشغيل مع ملاحظة أنه يترتب على هذه التعديلات عمل حسابات جديدة لكل من التشغيل والتقويم للملفات .

تقسيم المحرك الغير مزود بمفتاح طرد مركزى

نتعرف أولا على هذا النوع من المحركات فهو لا يختلف عن الأنـــواع السابقة من ذات العضو الثابت والعضو الدائر الا أنه لا يحتوى على مفتاح الطرد المركزى وبالتالى لا يوجد بهذا المحرك ملفات تفصل عن التيار عندما يأخذ المحرك سرعته ولهذا يمتاز هذا المحرك بأنه يقوم بالحمل مباشرة عكس النوع السابق لابد من اخذ المحرك سرعته وفصل ملفات التقويم ثم يحمـــل بالحمـــل .

يوجد بهذا المحرك مجموعتين من الملفات يخص كل مجموعة نصف عدد مجارى المحرك الكلية كما نجد مساحة مقطع سلك ملفات المجموعتين واحد وعدد لفات الملفات واحدة أى بخلاف النوع المزود بمفتاح طرد مركزى الذى نجد فيه كل من ملفات التشغيل والتقويم لكل منهما عدد مجارى محدد ومساحة مقطع تختلف عن الآخر وكذا عدد لفات الملف لا تتشاوى بين الاثنين .

بالنسبة لتساوى كل شىء لملفات المجموعتين وللحصول على زاويـــة وجه عند بدء دوران المحرك نجد لابد من تزويد هذا المحرك بمكثف يوضـــع بالتوالى مع مجموعة من المجموعتين مع مراعاة أن يكون المكثف مناسب لقدرة المحرك والضغط الذى يعمل عليه كما يمكن عكس اتجاه دوران المحرك عن طريق نقل المكثف من مجموعة الى المجموعة الأعرى فيعمل عـــلى تغيير الزاوية من تقديميه الى تأخيرية أو العكس .

هناك بعض محركات من هذا النوع نجد سلك ملفات أحد المجموعتين يختلف عن سلك ملفات المجموعة الاخرى بنســـبة ٥٪ نقص فى مســـاحة مقطع السلك مع ٥٪ زيادة فى عدد اللفات ويعتبر هذا زيـــادة فى عمليـــة المكثف الخاصة بضبط زاوية الوجه بين ملفات المجموعتين لذا نجد اتصـــال المكثف يكون مع مجموعة الملفات المختلفة فى مساحة مقطع السلك وعـــدد اللفات وعلى هذا يكون وضع المكثف ثابت ولا يجوز نقله الى المجموعة الآخرى لتغيير اتجاه الدوران .

مثال لتقسيم محرك غير مزود

بمفتاح طرد مركزى

محرك وجه واحد غير مزود بمفتاح طرد مركزى العضو الثابت يحتوى على ٢٤ مجرى ويعطى سرعة ١٤٠٠ لفة / دقيقة يراد تقسيمه ورسم الانفراد .

التقسيم

١ — سرعة المحرك = ١٤٠٠ لفة / دقيقة = ٤ قطب

٢ — عدد مجارى المحرك = ٢٤ مجرى

٣ — عدد مجارى كل مجموعة ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى

٤ — عدد مجارى كل قطب فى كل مجموعة = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

٥ — نوعية اللف يمكن استعمال الجانب والجانبين فى الجرى .

٦ — نوعية الخطوة يمكن استعمال المتداخلة والثابتة .

٧ — مقدار خطوة الملف الأصغر فى المتداخل = عدد مجارى قطب المجموعة + ٢ = ٣ + ٢ = ٥

خطوة الملف الثانى = خطوة الأصغر + ٢ = ٥ + ٢ = ٧

خطوة الملف الثالث = خطوة الثانى + ٢ = ٧ + ٢ = ٩

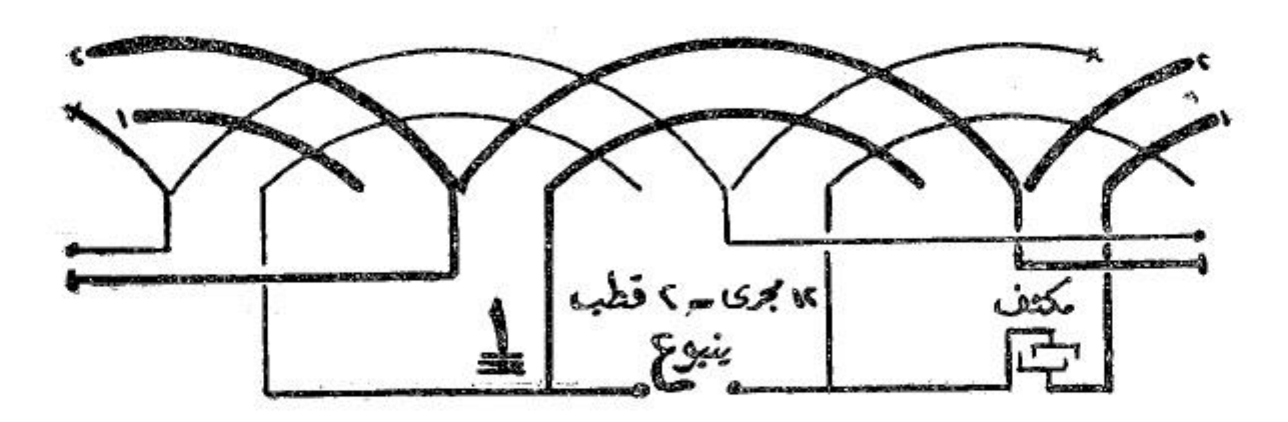
فى حالة نوعية اللف جانب واحد تقسم الملفات الثلاثة الى جناحين ملف ونصف أى الملف الأصغر كامل العدد والملف الثانى نصفين أى جانبين فى المجرى كما هو موضح وفى حالة نوعية اللف جانبين فى المجرى نستعمل الملفات الثلاث المتداخلة وبالخطوات السابقة أو نستعمل الملفات الثلاث ثابتة الخطوة (١ — ٧) وهى متوسط الخطوات الثلاثة فى المتداخل .

توصل ملفات كل مجموعة بالتوالى مع مراعاة دخول وخروج التيار الحصول على القطبية السليمة فى المحرك هذا ويمكن اعتبار احد المجموعتين ملفات تشغيل والمجموعة الثانية والمتصلة مع المكثف ملفات تقويم .

ملاحظة : فى حالة الجانب الواحد المستعمل فيها قسمة الملف الثانى جناحين لا تنفذ غير متداخلة .

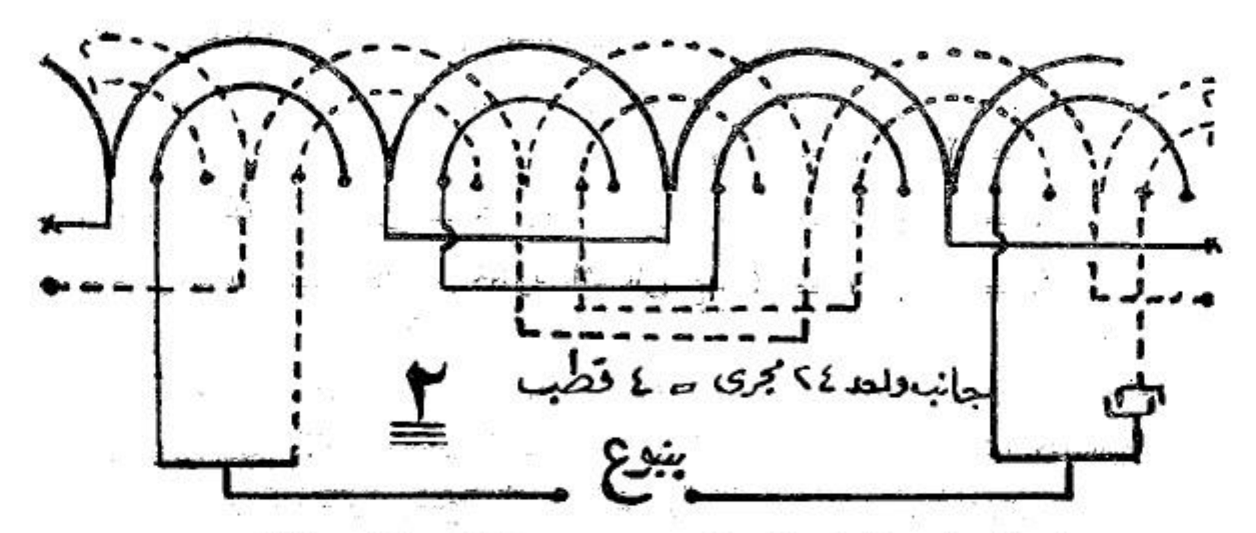
محرك غير مزود بمفتاح طرد ١٢ مجرى ٢ قطب

خطوة ١ ـ ٥ ، ١ ـ ٧ جانب وجانبين

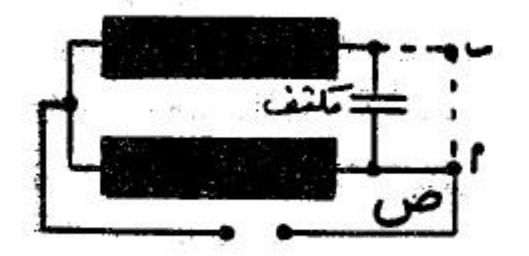


محرك غير مزود بمفتاح طرد ٢٤ مجرى ٤ قطب

خطوة ١ ـ ٥ ، ١ ـ ٧ جانب وجانبين



طريقة عكس اتجاه الدوران بتغير وضع المكثف بالنسبة للمجموعتين حسب الرسم فى الشكل س نستعمل مفتاح عكس حركة والشكل ص التغيير يدوى فعند نقل التوصيل من ا الى ب يتغير وضع المكثف .





المحــرك التنافــرى

يعتبر هذا المحرك احد محركات الوجه الواحد ولكنه يختلف فى تكوينه وطريقة تشغيله عن كل من المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى والغير مزود بمفتاح طرد مركزى .

الأجــزاء الأســاسية

١ — العضو الثابت وهو يشبه تماما العضو الثابت لمحركات التيار المتغير .
٢ — العضو الدائر وهو عضو استنتاج كامل مثل محركات التيار المستمر .
٣ — الفرش الكربونيـــة .

العضــو الثــابت

تقسيم مجارى العضو الثابت حسب عدد أقطاب المحرك وتوضـــع فيها الملفات الخاصة بتكوين قطبية المحرك وتوصيل مع بعضها ويبقى طرفى التغذيـــة .

العضــو الدائـــر

تقسيم مجارى العضو الدائر على أساس قطبية المحرك وتوضع فيها ملفات تلحم أطرافها فى قطاعات عضو التوزيع على أساس لحام تموجى .

احداث حــركة الدوران

عندما يمر التيار المتغير فى ملفات العضو الثابت ينتج عن ذلك مجال مغناطيسى متغير الاتجاه ويقطع هذا المجال الملفات الموجــودة فى عضـــو الاستنتاج فينتج فيها (ق.د.ك) مستنتجة ولكن هذا التيـــار المستنتج لا يظهر تأثيره الا فى الملفات الواقعة بين الفرشتين المقصورتين فتحدث نتيجة هذا القصر مغناطيسية فى العضو الدائر تشابه مغناطيسية العضو الثابت وهنا تتم عملية التنافر بين المغناطيسيين ولذا سمى بالمحــرك التنـــافرى بالنسبة للفرش الموجودة على عضو التوزيع نجد لها أربعة حالات هما :

١ — عضو توزيع مجوف ويوجد بداخله حلقة زمبركية بها مجموعة ريش نحاسية تتأثر بالقوة الدافعة المركزية أثناء الدوران فتقصر قطاعات عضو التوزيع والفرش الموجودة عـــلى هذا العضـــو هما فرشتان مقصورتان على بعضهما ويمكن عن طريق تحريكهما التأثير عـــلى سرعة المحرك وعكس اتجاه الدوران .

٢ — عضو توزيع مماثل للسابق ويوجد عليه أربعة فرش اثنتين لهما طرفين وغير مقصورتين والاثنتين الأخريتين مثلهما وتتجه أطراف المجموعتين الى مفتاح تشغيل يمكن عن طريقه قصر اى من الفرشتين فاذا تم قصر اثنتين يدور فى اتجاه واذا تم قصر الأخرتين وفتح الأولتين يدور فى اتجاه آخر .

٣ — عضو توزيع غير مجوف عادى ويوجد عليه أربعة فرش كل اثنتين مقصورتين ولكن هناك اثنتين ثابتين واثنتين متحركتين وعلى هذا نجد عمل الفرش المتحركة هو التاثير على سرعة الدوران وعكس اتجاه الحركة وعمل الفرش الثابتة هو استمرار عملية القصر على ملفات العضو الدائر .

٤ — عضو توزيع يوجد عليه أربعة فرش اثنتين مقصورتين ومتحركتين واثنتين ثابتتين ومتصلتين مع مجموعة ملفات موضوعة فى مجارى العضو الثابت تسمى بملفات التعويض وفائدتها هو تقليل الشرر بين الفرش وحسين معامل القدرة .

هذا وفى بعض الحالات نجد عندما يأخذ المحرك سرعته ترفع الفرش عن عضو التوزيع لمنع استمرار عملية الاحتكاك واستهلاك الفرش كما وأن الفرش فى الحالات الأربعة السابقة لا صلة لها كهربيا بالعضو الثابت والتيار واذا كان محور الأقطاب عمودى على محور الفرش يكون عزم الدوران أصغر واذا كان المحورين متطابقين كان عزم الدوران كبير ويكون اكبر اذا كان المحورين على زاوية ٤٥ درجة .

لف المحرك التنافرى

عند تقسيم مجارى العضو الثابت يمكن القول أن التقسيم يشبه العضو الثابت لمحرك الوجه الواحد العادى الا أنه لا يوجد فيه ملفات تقويم ويوجد فقط ملفات تشغيل وعلى هذا تقسم عدد مجارى العضو الثابت على أساس عدد أقطاب المحرك مع ترك مجارى خالية بين القطب والقطب مثل مجارى قطب التقويم ولكن خالية من اللفات .

مثال للتقسيم

محرك تنافرى يحتوى العضو الثابت على ٣٦ مجرى مقسم ٤ أقطاب

١ — عدد المجارى الخالية ٤ مجرى بواقع مجرى بين كل قطب وقطب .

٢ — عدد المجارى التى ستقسم = ٣٦ — ٤ = ٣٢ مجرى .
٣ — عـــدد مجـــارى كل قطب = ٣٢ ÷ ٤ = ٨ مجرى .
٤ — نوع اللف جانب واحد فى المجرى .
٥ — نوع الخطوة المتداخلة .
٦ — مقدار خطوة الملف الأصغر = عدد المجرى الخالية بين القطب والآخر

+ ٢ .
= ١ + ٢ = ٣ مجرى

∴ خطوة الملف الثانى = ٣ + ٢ = ٥ مجرى
خطوة الملف الثالث = ٥ + ٢ = ٧ مجرى
خطوة الملف الرابع = ٧ + ٢ = ٩ مجرى

وعلى هذا يكون توزيع ملفات الأقطاب مثل توزيع ملفات التشـــغيل وتوصل المجموعات مع بعضها مع مراعاة دخـــول وخـــروج التيار لتكوين القطبية ويبقى طرفى البداية والنهاية وهما طرفى توصيل التيار العضـــو الثابت .

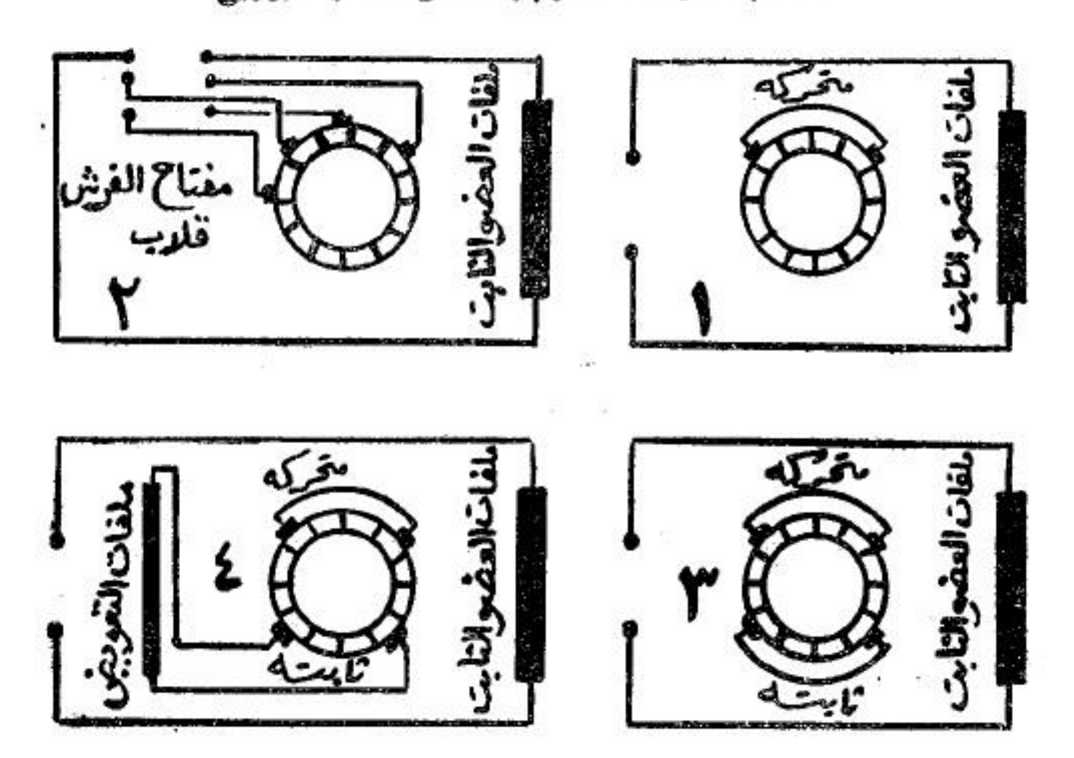
أما العضو الدائر وهو عضو استنتاج له عدد من المجارى الا أن عدد هذه المجارى ليس لها أى ارتباط من حيث العدد مع عدد مجـــارى العضو الثابت ولكن عند تقسيم مجارى العضو الدائر نلتزم بنفس عـــدد أقطاب العضو الثابت وعلى هذا يكون تقسيم العضو الدائر على أساس الآتى :

١ — عدد أقطاب المحرك .
٢ — عدد مجارى عضو الاستنتاج .
٣ — عدد قطاعات عضو التوزيع .
٤ — خطوة اللف .

هذا وتلحم أطراف ملفات عضو الاستنتاج فى قطاعات عضو التوزيع بطريقة اللحام التموجى السابق شرحه فى محركات التيار المستمر مع ملاحظة أنه لا يوجد أى اتصال كهربى بين ملفات العضو الثابت وملفـــات العضو الدائر والملفات التى تغذى التيار هى ملفات العضو الثابت فقط أما الفرشات التى توجد على عضو التوزيع فهى لقصر ملف عضو الاستنتاج كى نحصل على مغناطيسية التنار وليس لها أى اتصال بالتيار ولا الملفات الرئيسية بالمحرك فى العضو الثابت .

دوائر المحرك التنافرى

حسب الفرشات الموجودة على عضو التوزيع



محـــرك شراجـــا

يعتبر هذا المحرك أحد أنواع المحركات التى تعمل على تيار متغير ثلاثة أوجه ويتكون من عضو ثابت وعضو دائر ويمكن التحكم فى قيمة سرعته دون المساس بعدد أقطابه ولكن عن طريق تحـــريك الفرش الموجودة به حسب الشرح الآتى :

يختلف هذا النوع من المحركات عن الأنواع الأخـــرى حيث نجد أن العضو الدائر هو الذى يغذى بالتيار الخاص بالينبوع عن طريق حلقـــات انزلاق أما ملفات العضو الثابت ليس لها أى صلة بتيار الينبوع .

تركيب المحرك

تحتوى مجارى العضو الثابت على ثلاثة ملفات تعرف باسم الملفـــات الثانوية ويتصل طرفى كل ملف بعدد اثنين فرشـة كربونية وفى بعض الحالات تستبدل الفرشـة بصف من الفرش ـــ أما العضو الدائر فيحتوى على نوعين من الملفات حيث نجد فى الطبقة الأولى داخل المجارى ملفات مقسمة ثلاثـــة أوجه كما هو متبع فى لف العضو الدائر الملفوف فى المحرك الاستنتاجى وتوصل

الأطراف الثلاثة لهذه الملفات بثلاث حلقات انزلاق وتعرف هذه الملفات باسم الملفات الابتدائية ويوجد فى الطبقة الثانية للمجارى ملفات أخرى تسمى ملفات التنظيم وتوصل أطرافها بقطاعات عضو توحيد وتتلامس مع هذه القطاعات الفرش الكربونية المتصلة بأطراف ملفات العضو الثابت .

بالنسبة للفرش فانه يمكن تحريكها بحيث يتغير موضعها على قطاعات عضو التوحيد سواء بتقريب كل فرشتين ملف من بعضهما أو ابعادهما أو تبديل مكان واحدة مكان الأخرى كما هو موضح فى الرسومات الآتية فنجد فى الرسم (١) يبين ملفات العضو الثابت وملفات العضو الدائر وتوصيلها بحلقات الانزلاق وقطاعات عضو التوحيد ٦

نظرية التشغيل والاستعمال

عند توصيل تيار الينبوع لملفات العضو الدائر عن طريق حلقات الانزلاق ينشأ مجال دائرى حول ملفاته ويقطع هذا المجال ملفات العضو الثابت مخترقا الثغرة الهوائية وكذلك يقطع الملفات المتصلة بقطاعات عضو التوحيد ويولد بها (ق.د.ك بالتأثير — فعند مرور تيار فى ملفات العضو الثابت ينتج فى هذه الحالة عزم دوران فى اتجاه المجال الدائرى وبما أن ملفات عضو التوحيد مجاورة للملفات المتصلة بالينبوع فانه يقع على أطراف الفرش (ق.د.ك) تتناسب مع عدد الملفات المحصورة بين كل فرشتين ومعنى هذا ان ملفات العضو الثابت تغذى بالضغط عن طريق الاستنتاج المتبادل من ملفات العضو الدائر وعن طريق الفرش المرتكزة على قطاعات عضو التوحيد .

وبما أنه يمكن تحريك الفرش وتغيير موضعها عن طريق رافعة لها ذراع متصل مع يد متحركة فان هذا التحريك للفرش يعمل على امكان اضافة ضغط الى الضغط المستنتج فى ملفات العضو الثابت أو انقاص قيمة معينة من الضغط من ملفات العضو الثابت ويتوقف هذا على وضع الفرش بالنسبة لبعضها ومنه يكون التحكم فى قيمة ضغط العضو الثابت وسرعة المحرك .

فى شكل (٢) نجد الفرشتين (ف ، ك) متجاورتان فى قطعة واحدة من قطاعات عضو التوحيد فيكون الضغط بينها صفر وعلى هذا لا توجد اضافة أو نقصان لضغط ملفات العضو الثابت .

فى شكل (٣) نجد الفرشتين متباعدتين وكانت (ق.د.ك) فى العضو الدائر فى نفس اتجاه (ق.د.ك) فى العضو الثابت وهنا تزيد سرعة المحرك عن سرعة التوافق ويمكن تحديد هذه الزيادة بقيمة المسافة بين الفرشتين .

فى شكل (٤) نجد أن الفرشة (ف) أخذت مكان الفرشة (ك) وكانت (ق.د.ك) فى العضو الدائر فى اتجاه عكس (ق.د.ك) فى العضو الثابت وفى هذه الحالة نجد سرعةالمحرك تنقص عن سرعة التوافق ويمكن تحديد هذا النقص بقيمة المسافة بين الفرشتين .

فاذا كان الضغط المستنتج فى ملفات العضو الثابت مثلا ١٠٠ فولت فانه يمكن مضاعفة هذا الضغط عندما تكون (ق.د.ك) فى العضو الدائر فى نفس اتجاه (ق.د.ك) فى العضو الثابت .

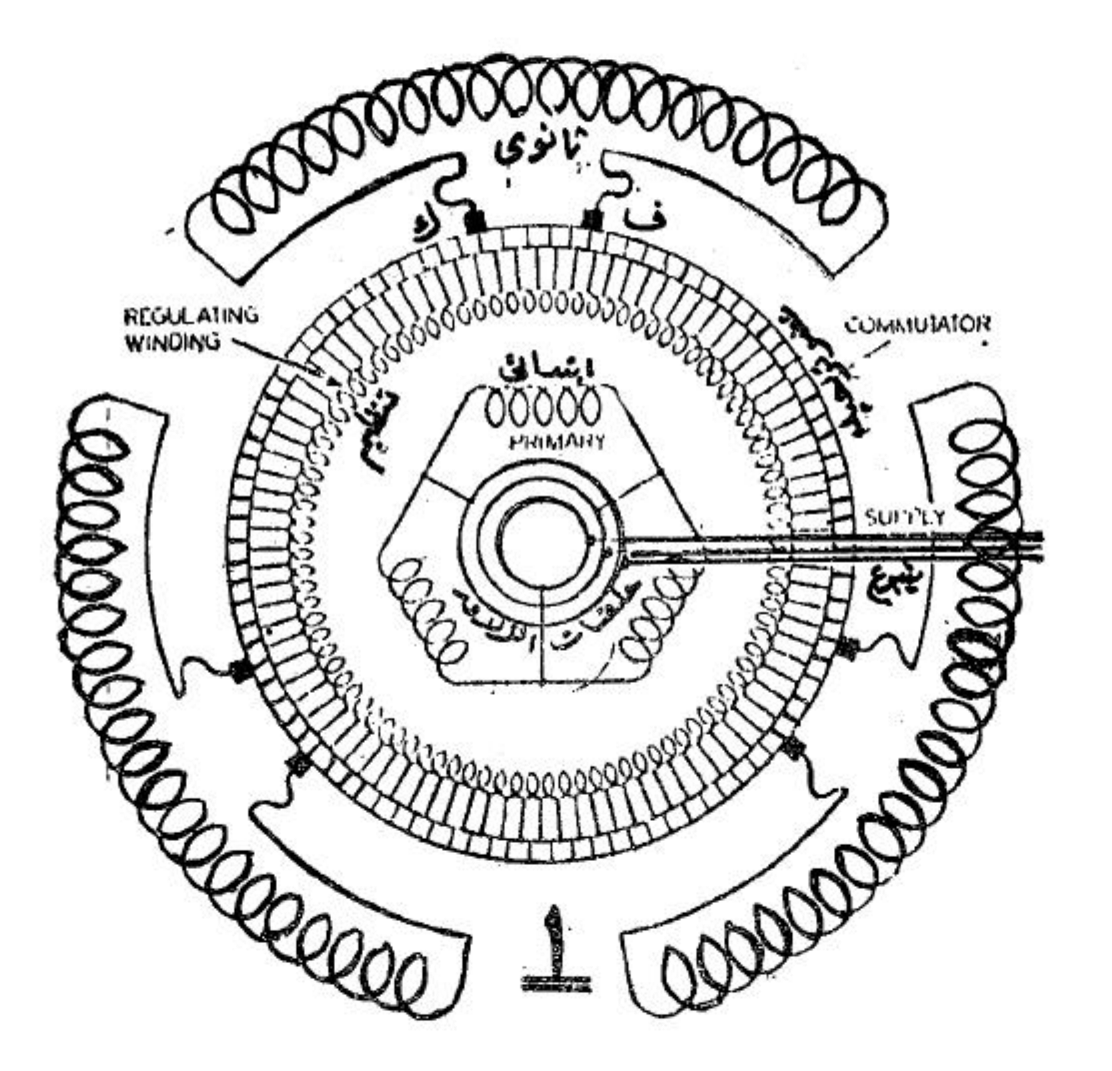
كما يمكن تلاشى هذا الضغط أو جزء منه فى ملفات العضو الثابت عندما تكون (ق.د.ك) فى العضو الدائر فى عكس اتجاه (ق.د.ك) فى العضو الثابت .

بهذه الطريقة أمكن التحكم فى سرعة المحرك وعلى وجه التقريب هى ٣ الى ١ للحمل العادى وهذا التغيير فى مدى ٤٠٪ اكثر من السرعة الى ٦٠٪ أقل من سرعة التوافق كما أن السرعة تهبط بنسبة من ٥٪ الى ٢٠٪ عند التحميل ويمكن التغلب عليها بزيادة المسافة بين الفرشتين .

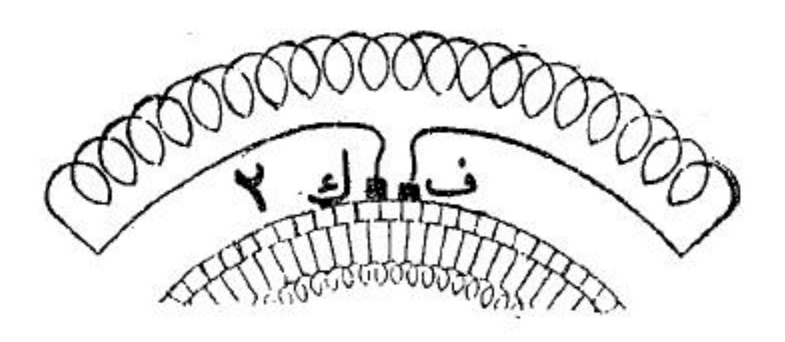
استعمال المحرك

هذا النوع من المحركات ويسمى فى بعض الاحيان بالمحرك المتغير السرعة يستخدم هذا المحرك فى ادارة ماكينات القطع والتشغيل التى تحتاج الى تنظيم سرعة الدوران كما يستخدم فى ماكينات الغزل والنسيج وماكينات الطباعة .

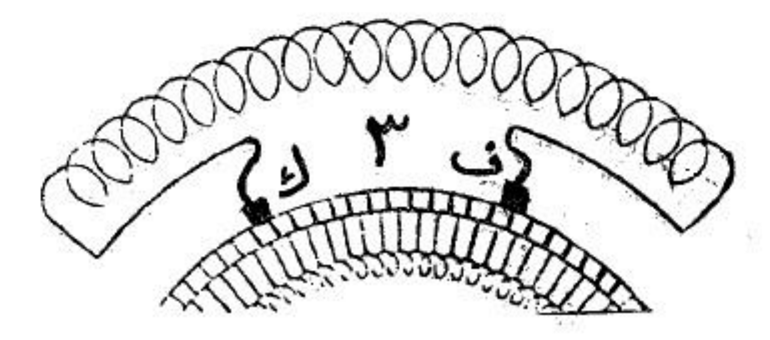
الدائرة الكاملة للفات وأجزاء المحرك



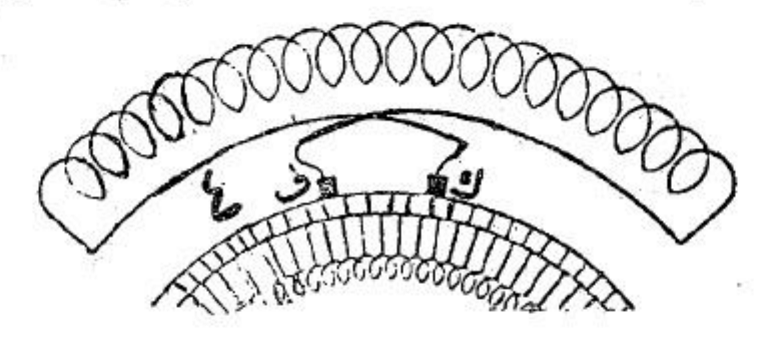
وضع الفرش عندما تكون السرعة مساوية لسرعة التوافق



وضع الفرش عندما تكون السرعة اكبر من سرعة التوافق



وضع الفرش عندما تكون السرعة أقل من سرعة التوافق

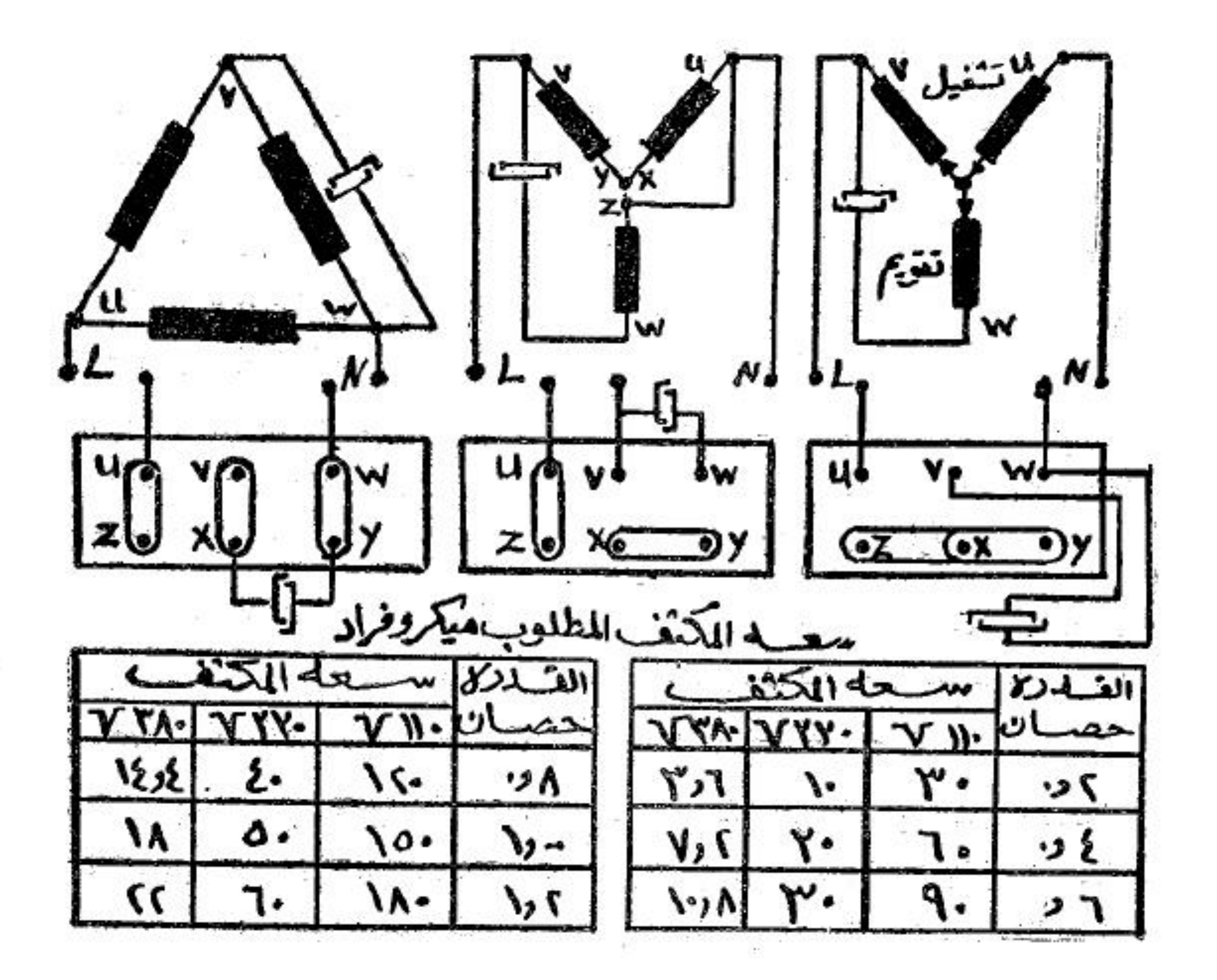


تشغيل محرك ثلاثة أوجه على وجه واحد

يمكن استخدام محركات الثلاثة أوجه ذات العضو الدائر من نـوع قفص السنجاب والتى لا تتعدى قدرتها ثلاثة كيلوات لتعمل كمحركات وجه واحد وبسرعة ثابتة .

فى هذه العملية يجب أن تعرف أن قدرة الخرج للمحرك عند تشغيله على وجه واحد تقل ولا تتعدى ٧٥٪ من قدرته المقررة فى حـالة الثلاثـة أوجـه .

لتنفيذ هذه العملية وتشغيل المحرك على وجه واحد بدلا من ثلاثة أوجه يجب استخدام المكثفات لبدء التشغيل ويتم تحديد قيمة المكثف بالنسبة لقيمة الجهد المستخدم عليه المحـرك وأمكن تقديم المكثف المستعمل مع محـرك يعمل على جهد ٢٢٠ فولت بمقدار سعة المكثف المناسب لقدرة المحـرك وذلك عن طريق الجدول الخاص بقيمة المكثفات والرسم الآتى يبين طريقة التوصيل بالنسبة للمكثف والينبوع مع المحرك فى حالة الدلتا وعن طريق علبة التوصيل الخاصة بأطراف المحرك دون فك أجزاء المحرك أو أى تعديل فى ملفاته بالداخل .



سعة المكثف المطلوب ميكروفراد

القدرة حصان	سعة المكثف ١١٠ V	٢٢٠ V	٣٨٠ V
٠,٢	٣٠	١٠	٣,٦
٠,٤	٦٠	٢٠	٧,٢
٠,٦	٩٠	٣٠	١٠,٨

القدرة حصان	سعة المكثف ١١٠ V	٢٢٠ V	٣٨٠ V
٠,٨	١٢٠	٤٠	١٤,٤
١,٠	١٥٠	٥٠	١٨
١,٢	١٨٠	٦٠	٢٢

البيانات العملية لحسابات لف المحرك
وجــه واحــد

لاعادة لف المحرك وضعان بالنسبة لحالة المحرك من حيث اذا كان أصلا ملفوفا وحدث به تلف يتسبب فى اعادة لفه أو اذا كان المحرك لا يوجد به ملفات أو فقدت ويراد اعادة لفه .

الحالة الأولى : وهى اذا كان المحرك أصلا به ملفات وحدث بــه **تلف** ويراد اعادة لفه علينا قبل كل شىء فحص المحرك والتعرف على نوع التلفه الموجودة به على النحو التالى :

١ ــ فحص ملفات التشغيل والتأكد من سلامتها من حيث العــزل والمقاومة والتوصيل .

٢ ــ فحص مفتاح الطرد المركزى من حيث طريقة القطع والتوصيل للتيار وكذا صلاحية المكثف .

٣ ــ فحص الجلب أو رولمــان بلى المحرك والتأكد من سلامته .

اذا وجد أى تلف فى ملفات التشغيل يكون الوضع بالنسبة للمحرك هو اعادة لفه على أساس بيانات ملفاته من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف بالنسبة لكل من ملفات التشغيل والتقويم .

اذا وجد أن التلف فى ملفات التقويم وكانت ملفات التشغيل سليمة نجد الوضع يحتاج الى دراسة وهى هل يمكن رفع ملفات التقويم دون أن تتعرض ملفات التشغيل لأى تلف — اذا كان الوضع ممكن نأخذ بيانات ملفات التقويم فقط ويعاد لفها — أما اذا كان الوضع يتعذر فيه رفع ملفات التقويم فقط علينا رفع جميع ملفات التقويم والتشغيل وأخذ بيانات كل منها ويعاد لف المحرك على أساس هذه البيانات المأخوذة من المحرك .

اذا كانت ملفات التشغيل والتقويم سليمة وكان التلف فى الجلب أو رولمان بلى المحرك الأمر الذى يجعل المحرك لا يعمل بحالة جيدة علينا فى هذه الحالة رفع الجلب أو رولمان بلى المحرك وتركيب آخر جديد .

بعد اتمام أى عملية من العمليات السابقة ويراد تجميع المحرك لتشغيله يجب مراعاة فحص الملفات أولا للتأكد من سلامتها وكذا غسل واعادة تشحيم الرولمان بلى بحيث يكون الشحم من النوع الجيد ونظيف ثم يجمع المحرك ويختبر على التيار .

الحالة الثانية : وهى اذا كانت جميع بيانات المحرك مفقودة ولا يعرف أى شىء عن قدرة المحرك وقطر سلك من ملف التشغيل والتقويم وكذا عدد لفات ملف التشغيل وملف التقويم ويراد لف هذا المحرك فى مثل هذه الظروف نجد كثيرا من الأشخاص يأخذون بيانات محرك آخر يقرب من هذا المحرك فى الحجم والشكل ولكن هذا خطأ كبير ولا يعطى المحرك وضعه السليم من حيث اللف والقدرة .

لذا كان البحث والتجربة التى امكن بواسطتها التغلب على هذا الوضع وعن طريق تنفيذ العمليات والحصول على البيانات الآتية يمكن الوصول الى ما يتعلق باعادة لف المحرك بدرجة كبيرة من الجودة .

التعرف على قدرة المحرك

فى بعض الحالات التى يوجد عليها المحرك يكون فارغا من الأسلاك وليس عليه لوحة بيانات تدلنا على ضغط وأمبير سرعة وقدرة هذا المحرك

ولكى يستفاد من هذا المحرك واعادة لفه نجد انفسنا امام أول بيان مطلوب معرفته وهو قدرة المحرك وعلى هذا يجب التعرف والحصول على الآتى :

١ — أوجد عدد مجارى ملفات التشغيل .

٢ — أوجد طول المجرى من حيث سمك مجموعة الرقائق فقط بالسنتيمتر مع مراعاة الدقة .

٣ — أوجد عرض السنة الحديد الموجودة من اعلى بين مجرتين متجاورتين بالسنتيمتر مع مراعاة الدقة التامة (شن ٦) .

٤ — تحديد سرعة المحرك التى سيعمل عليها .

٥ — استعمل (٩٠٠٠ الى ٩٥٠٠ خط) كفيض مغناطيسى لكل سنتيمتر مربع حتى قدرة واحد حصان اما اذا زادت القدرة عن واحد كيلوات استعمل (٨٥٠٠ الى ٩٠٠٠) .

٦ — تحديد قيمة ضغط الينبوع الذى سيعمل عليه المحرك .

٧ — تعرف على قيمة تردد ضغط الينبوع .

٨ — استعمل الأرقام الآتية (٢ ، ٤ ، $١٠^{٦}$ ، ١٥٠٠) .

٩ — استعمل معامل قدرة من (٧٠ر. الى ٧٥ر.) اذا تعذر معرفته .



من البيانات السابقة يمكن تنفيذ الآتى فى شكل قانون الحصول على قدرة المحرك .

(أ) $\dfrac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى}}{٤ \times ٢}$ تربيع الناتج

(ب) $\dfrac{\text{ناتج العملية السابقة} \times \text{الفيض المغناطيسى} \times \text{ضغط الينبوع} \times \text{سرعة المحرك}}{١٠^{٦} \times ١٥٠٠}$

من العملية (ب) نحصل على القدرة بالوات .

مثـــال

محرك وجه واحد تيار متغير يحتوى على ٢٤ مجرى فيه عرض السنة ٩ر٠ سم وطول المجرى ٥ر٨ سم وسرعته ١٥٠٠ لفة / دقيقة ويصل على ضغط ٢٢٠ فولت والمطلوب معرفة قيمة قدرته .

الحـــل

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ × $\frac{٢}{٣}$ = ١٦ مجرى .

$$(أ)\quad \frac{١٦ \times ٩ر٠ \times ٥ر٨}{٢ \times ٤} \times \frac{١٦ \times ٩ر٠ \times ٥ر٨}{٢ \times ٤} = ٢٣٤$$

$$(ب)\quad القدرة = \frac{١٥٠٠ \times ٢٢٠ \times ٩٥٠٠ \times ٢٣٤}{١٥٠٠ \times ١٠} = ٥٠٠ \text{ وات}$$

معرفة مساحة مقطع سلك التشغيل

بعد الحصول على قدرة المحرك فى المثال السابق يمكن على ضوء هذا البيان تحديد مساحة مقطع سلك ملفات التشغيل وعن طريق معرفة الآتى :

١ ــ تحديد مقدار قدرة المحرك بالوات .

٢ ــ قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحرك .

٣ ــ كثافة التيار لكل مم^٢ ويمكن فى هذه الحالة استعمال (٥ أمبير) .

٤ ــ معامل القدرة واذا تعذر معرفته يمكن استعمال (٧٠ر٠ الى ٧٥ر٠) .

فى المثال السابق تعرفنا على قدرة المحرك وهى ٥٠٠ وات على أساسها يمكن حساب مساحة مقطع السلك اللازم للف ملفـــات التشـــغيل فى هذا المحـــرك .

مساحة مقطع سلك التشغيل :

$$= \frac{\text{قدرة المحرك بالوات}}{\text{ضغط الينبوع} \times \text{معامل القدرة} \times \text{كثافة التيار}}$$

$$= \frac{٥٠٠}{٢٢٠ \times ٧٠ر٠ \times ٥} = ٦٥ر٠ \text{ مم}^٢$$

من الجدول الخاص بمساحة مقطع وقطر الأسلاك نجد أن ٦٥ر٠ مم٢ كمساحة مقطع السلك يقابلها فى الجدول ٩ر٠ مم كقطر السلك وهو الخاص بملفات التشغيل وعلى ضوء معرفة مساحة مقطع سلك التشغيل يمكن تحديد مساحة مقطع سلك التقويم فى نفس المحرك وحسب حالة المحرك من حيث اذا كان يعمل بدون مكثف أو اذا كان مزودا بمكثف .

١ — اذا كان المحرك يعمل بدون مكثف تكون مساحة مقطع سلك التقويم = ½ مساحة سلك التشغيل .

٢ — اذا كان المحرك يعمل بمكثف تكون فساحة مقطع سلك التقويم = ٣/٥ مساحة مقطع سلك التشغيل .

هذه نسب تقريبية من واقع بعض النحوص لأنواع مختلفة من محركات الوجه الواحد وكذا بعض التجارب العملية عليها وهى تعطى نتيجة لا تقل جودتها عن ٩٠٪ من جودة المحرك .

معرفة عدد لفات ملف التشغيل

بعد التعرف على قيمة قدرة المحرك ومساحة مقطع السلك اللازم لاعادة لفه يبقى معرفة عدد لفات كل من ملف التشغيل وملف التقويم ولحساب عدد لفات ملف التشغيل يجب معرفة الآتى :

١ — عدد مجارى ملفات التشغيل .

٢ — مقدار عرض السنة السابق معرفته .

٣ — طول المجرى السابق معرفته .

٤ — قيمة الفيض المغناطيسى وهو المستعمل فى معرفة القدرة مع مراعاة أن قيمة الفيض تقل مع زيادة القدرة .

٥ — قيمة ضغط الينبوع الخاص بالمحرك .

٦ — قيمة التردد للينبوع .

٧ — سرعة المحرك التى سيعمل بها .

٨ — الأرقام الثابتة (٤ ، ٩٧ر٠ ، ٤٤ر٤ ، ١٥٠٠ ، ١٠^٨) .

تركيب القانون

عدد لفات ملفات التشغيل الكلية =

$$\frac{٠٫٩٧ \times \text{ضغط الينبوع} \times ١٥٠٠ \times ١٠^{٨}}{\text{التردد} \times ٤٫٤٤ \times \text{الفيض الكلى} \times \text{سرعة المحرك}}$$

مثـــــال

محرك وجه واحد تيار متغير يحتوى على ٢٤ مجرى يعمل على ٢٢٠ فولت بتردد ٥٠ ذبذبة فيه عرض بسنة الحديدة ٠٫٩ سم وطول المجـــرى ٨٫٥ سم وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفـــة عـــدد لفاتملف التشغيل .

الحـــــل

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ × $\frac{٢}{٣}$ = ١٦ مجرى

عدد ملفات التشغيل = ١٦ ÷ ٢ = ٨ ملف

قيمة الفيض الكلى =

$$\frac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى} \times \text{قيمة فيس السنتيمتر المربع}}{٤}$$

= (١٦ × ٠٫٩ × ٨٫٥ × ٩٥٠٠) ÷ ٤ = ٢٧٥٤٠٠ خط

عدد لفات ملفات التشغيل الكلية =

$$\frac{٠٫٩٧ \times ٢٢٠ \times ١٥٠٠ \times ١٠^{٨}}{٤٫٤٤ \times ٥٠ \times ٢٧٥٤٠٠ \times ١٤٥٠} = ٣٥٠ \text{ لفة}$$

∴ عدد لفات الملف الواحد تشغيل ٣٥٠ ÷ ٨ = ٤٤ لفة

وعلى ضوء معرفة عدد لفا تملف التشغيل يمكن تحديد لفـــات ملف التقويم وهى = ضعف ملف التشغيل أما مساحة المقطع من البيانات السابقة.

محركات الثلاثة أوجه

قبل أن نتكلم عن طرق تقسيم ولف محركات الثلاثة أوجه يجب علينا التعرف على بعض البيانات والمواصفات الخاصة بهذا النوع من المحركات .

يجب علينا أولا أن نعرف ما تعنيه سرعة المجال الدوار للتيار المتردد حيث يمكن حساب سرعة هذا المجال فى أى محرك بمعرفة قيمة تردد جهد الينبوع وعدد ازواج الأقطاب فى المحرك .

فاذا فرضنا أن (ف) قيمة التردد للينبوع .

وأن (ق) هى عدد أزواج الأقطاب .

وأن (ن) هى عدد الدورات فى الدقيقة (السرعة) .

$$\therefore \text{تكون السرعة} = \frac{٦٠ \times \text{ف}}{\text{ق}}$$

ويتم توليد عزم الدوران للمحرك عند توصيل ملفات العضو الثابت بالينبوع حيث يتولد بالحث فى العضو الدوار جهد له قيمة معينة تؤدى الى وجود مجال مغناطيسى بالعضو الدوار — ويتولد عزم الدوران المطلوب نتيجة تفاعل المجال المغناطيسى الموجود فى العضو الثابت مع المجال المغناطيسى المتولد بالحث فى العضو الدوار .

وكلما زادت سرعة العضو الدوار يقل معها الجهد المتولد فيه حتى يصل هذا الجهد الى الصفر ولا تحدث هذه الحالة الا اذا دار بسرعة مساوية تماما لسرعة المجال الدوار فى العضو الثابت وتسمى سرعة المحرك فى هذه الحالة الأخيرة بالسرعة المتزامنة ، غير ان سرعة العضو الدوار لا يمكن أن تصل الى هذه السرعة ويقال فى هذه الحالة ان العضو الدوار يدور بسرعة لاتزامنية ، كما تتراوح قيمة الانزلاق وهو قيمة النقص فى سرعة دوران العضو الدوار عن سرعة المجال ما بين (٢٪ ، ٦٪) من سرعة المجال الدوار .

تركيب المحرك

يتكون محرك الثلاثة أوجه الاستنتاجى من جزئين أساسيين هما :

١ ـــ العضو الثابت وهو عبارة عن مجموعة رقائق من الصاج بها عدد من المجارى على المحيط الداخلى تشبه مجارى عضو الاستنتاج يوضع بها ملفات المحرك .

٢ ـــ العضو الدائر وهو من نوع قفص السنجاب وهو يشـــبه تماما العضو الدائر فى محركات الوجه الواحد .

يغذى هذا المحرك بتيار متغير ثلاثة أوجه لذا نجد فيه ثلاثة دوائر كهربية كل دائرة تخص وجه من الأوجه الثلاثلأ وهذه الدوائر الثلاث تعتبر دوائر تشغيل وهى متساوية بينها وبين بعضها فى عدد المجارى ومساحة مقطع السلك المستعمل فى لف ملفاتها وعدد لفات كل ملف .

توزع ملفات كل وجه بالتساوى على مجارى العضو الثابت حسب عدد أقطاب المحرك بحيث يكون بين بداية كل وجه وبداية الوجـــه الآخـــر زاوية مقدارها ١٢٠ درجة وتسمى بزاوية الوجه كما توجد زاوية أخـــرى تسمى زاوية القطب مقدارها ١٨٠ درجة وكل من الزاويتين تســـتعمل فى تحديد عدد المجارى التى تبعد فيها كل بداية وجه عن الأخرى .

توصل ملفات كل دائرة وجه مع بعضها بالتوالى بحيث يتبقى فى النهاية طرفين لكل دائرة تسمى بالأحرف الآتيـــة :

الوجه الأول بدايته (U) ونهايته (X) .
الوجه الثانى بدايته (V) ونهايته (Y) .
الوجه الثالث بدايته (W) ونهايته (Z) .

وتخرج هذه الأطراف البدايات والنهايات خارج المحرك ولها توصيل خاص مع بعضها عند تغذية المحرك بالتيار حسب قيمة ضغط التغذيـــة وحسابات ملفات الأوجه الثلاثة وهذا التوصيل بين أطراف ملفات المحـــرك إما يسمى التوصيل بطريقة النجمة أو التوصيل بطريقة الدلتا وسوف نشرح كل طريقـــة .

توصيل النجمة والدلتا

توصل أطراف ملفات المحرك الستة بطريقة النجمة كالآتى :

١ — وصل طرف نهاية كل وجه (X, Y Z) مع بعضها .

٢ — وصل طرف بداية كل وجه (U. V. W.) مع طرف من اطراف الينبوع الثلاثــة (R. S. T.) .

هذا ويمكن تنفيذ العكس أى نوصل البدايات مع بعضها والناهيات مع أطراف الينبوع كما هو موضح فى الرسم .

توصيل أطراف ملفات المحرك الستة بطريقة الدلتا كالآتى :

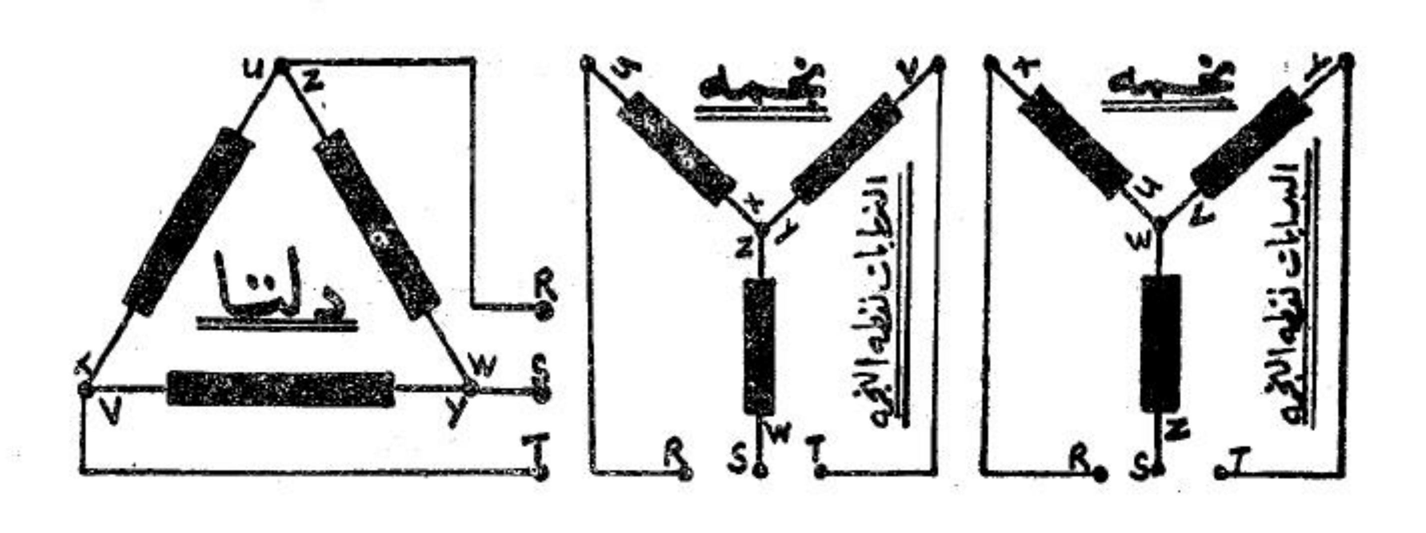
١ — وصل نهاية الوجه الأول (X) مع بداية الوجه الثانى (V)

٢ — وصل نهاية الوجه الثانى (Y) مع بداية الوجه الثالث (W)

٣ — وصل نهايةالوجه الثالث (Z) مع بداية الوجه الأول (U)

٤ — وصل أطراف الينبوع الثلاثــة مــع رؤوس الدلتــا التى تكونت من التوصيلات السابقة كما هو موضح فى الرسم .

هناك توصيلة دلتا آخر تسمى الدلتا المعكوسة يوصل فيها نهاية الأول (X) مع بداية الثالث (W) ونهاية الثالث (Z) مع بداية الثانى (V) ونهاية الثانى (Y) مع بداية الأول (U) .



استعمال توصيلة النجمة والدلتا

نبدأ أولا بالتعريف الآتى :

١ — بالنسبة لضغط ينابيع الثلاثى أوجه نجد هناك ضغوط صغيرة وضغوط عالية مثل ١١٠ فولت ثلاثة أوجه يقابله فى العالى ٢٠٠ فولت ثلاثة أوجه ونجد ٢٢٠ فولت ثلاثة أوجه ضغط واطى يقابله ٣٨٠ فولت ضغط عالى .

٢ — عند عمل حسابات ملفات المحرك من حيث عدد لفات الملف ومساحة مقطع السلك يدخل فى هذه الحسابات قيمة كل من الضغط الواطى والعالى عند توصيل المحرك بحيث تكون توصيلة الدلتا للضغط الواطى والنجمة للعالى .

عندما يقال أن هذا المحرك ٢٢٠ / ٣٨٠ فولت ثلاثة أوجه يقصد بذلك أن المحرك عند توصيله على الينبوع التأكد من قيمة الضغط ثم توصل اطراف ملفاته الستة حسب قيمة هذا الضغط اى اما دلتا واما نجمة .

٣ — فى حالة توصيل المحرك دلتا يكون الوضع كالآتى :

$ض = ض^{١}$

أما تيار الخط (ش) فهو محصلة تيارى دائرتين أى وجهين .

$\therefore ش = ش^{١} \sqrt{٣}$

٤ — فى حالة توصيل المحرك نجمة يكون الوضع كالآتى :

$ش = ش^{١}$

أما ضغط الخط (ض) فهو محصلة ضغطى دائرتين .

$\therefore ض = ض^{١} \sqrt{٣}$

من هذا يتضح أن المحرك فى حالة الدلتا يكون الضغط واطى والشدة عالية .

وفى حالة النجمة يكون الضغط عالى والشدة صغيرة .

$\therefore$ القدرة للمحرك = $\sqrt{٣}$ ض ش جتا هـ = وات (جتا هـ) هى معامل القدرة .

شدة التيار = القدرة بالوات ÷ $\sqrt{٣}$ × ض نجمة × معامل القدرة = أمبير .

الدرجات الكهربية والزاوية القطبية

ان موجة التيار المتغير تتم عندما يقطع الموصل (٣٦٠ درجة كهربية) مارا أمام قطبين وبذلك يكون القطب الواحد له (١٨٠ درجة كهربية) .

على هذا نجد اذا احتوت الآلة على قطبين فقط نرى أن الدرجات الكهربية تساوى الدرجات الميكانيكية للدائرة وهى (٣٦٠ درجة ميكانيكية) ولكن اذا احتوت الآلة على أربعة أقطاب مثلا تكون الدرجات الكهربية ضعف الدرجات الميكانيكية .

∴ قيمة الدرجات الكهربية = الدرجات الكهربية للدائرة (٣٦٠ درجة) فى عدد ازواج الأقطاب .

مثال

آلة ذات ٦ أقطاب والمطلوب معرفة مقدار الدرجات الكهربية القطب .

الحل

عدد أزواج الأقطاب = ٦ ÷ ٢ = ٣ أزواج .

الدرجات الكهربية الكلية = ٣ × ٣٦٠ = ١٠٨٠ درجة

∴ درجات القطب الواحد = الدرجات الكلية ÷ عدد الاقطاب

= ١٠٨٠ ÷ ٦ = ١٨٠ درجة

ولما كانت زاوية الوجه = ١٢٠ درجة

∴ من درجة القطب ودرجة الوجه يمكن تحديد بعد بدايات الأوجه الثلاثة فاذا كان المحرك يحتوى على ٣٦ مجرى ٦ أقطاب .

∴ عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى

∴ قيمة المجرى الواحدة بالدرجات = ١٨٠ زاوية القطب ÷ ٦ عدد مجارى القطب = ٣٠ درجة

∴ بعد بدايات الأوجه الثلاثة = ١٢٠ زاوية الوجه ÷ ٣٠ زاوية المجرى = ٤ مجرى مع مراعاة أن المجرى التى بها بداية الوجه لا تحسب فى عدد مجارى بعد البدايات . كما يمكن استعمال بعد البدايات على أساس قسمة عدد مجارى المحرك على ثلاثة باعتبار العضو الثابت دائرة ميكانيكية .

السرعة فى محركات التيار المتغير

تتوقف السرعة فى المحرك الذى يعمل على التيار المتغير على عدة عوامل أهمها :

١ — عدد الأقطاب التى يتكون منها المحرك ونلاحظ انه اذا زاد عدد الأقطاب نقصت السرعة واذا نقص عدد الأقطاب زادت السرعة .

٢ — قيمة تردد الينبوع الذى يعمل عليه المحرك .

٣ — قيمة الفيض المغناطيسى لحديد كل من رقائق العضو الثابت والدائر .

عدد الأقطاب وقيمة سرعتها

١ — فى حالة القطبين من ٢٨٠٠ الى ٣٠٠٠ لفة/دقيقة .

٢ — فى حالة أربعة قطب من ١٤٠٠ الى ١٥٠٠ لفة/دقيقة .

٣ — فى حالة ستة قطب من ٩٠٠ الى ١٠٠٠ لفة/دقيقة .

٤ — فى حالة ثمانية قطب من ٧٠٠ الى ٧٥٠ لفة/دقيقة .

٥ — فى حالة عشرة قطب من ٥٥٠ الى ٦٠٠ لفة/دقيقة .

٦ — فى حالة أثنى‌عشرقطب من ٤٥٠ الى ٥٠٠ لفة/دقيقة .

تغيير قيمة سرعة المحرك

اذا كان المحرك يدور بسرعة معينة ويراد اعادة لفه مع تغيير هذه السرعة الى اكبر أو أصغر فانه لا يكتفى بتغيير عدد الأقطاب بل يجب ايضا مع تغيير عدد الأقطاب حساب عدد لفات الملفات وكذا مساحة مقطع السلك على أساس السرعة الجديدة كالآتى :

$$\text{عدد لفات الملف فى السرعة الجديدة} = \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}} \times \text{عدد لفات الملف القديم}$$

$$\text{مساحة مقطع السلك فى السرعة الجديدة} = \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}} \times \text{مساحة مقطع السلك القديم}$$

نوعيات اللف والخطوة وقيمة الخطوة

عند لف محرك الثلاثة أوجه يجب تحديد كل من نوعية اللف ونوعيـــة الخطوة ومقدار الخطوة .

نوعيـــة اللف

١ ـــ يلف المحرك على أساس جانب واحد للملف فى المجرى وبعدد لفاته الكلية .

٢ ـــ يلف المحرك على أساس جانبين للفين فى المجرى كل منهما بنصف عدد لفاته الكلية .

نوعيـــة الخطـــوة

١ ـــ يلف المحرك على أساس خطوة ثابتة عادية وفيها تسقط جميـــع ملفات مجارى الوجه تحت القطب .

٢ ـــ يلف المحرك على أساس خطوة متداخلة عادية وفيها تحول الثابتة الى أكثر من خطوة وتسقط فيها جميع ملفات مجارى الوجه تحت القطب على أن يكون متوسط هذه الخطوات يساوى قيمة الثابتة .

٣ ـــ يلف المحرك على أساس خطوة ثابتة ذات الجناحين وفيها يسقط نصف ملفات مجارى الوجه تحت القطب فى اتجاه والنصف الثانى فى اتجاه آخر كما هو موضح فى رسم الانفرادات .

٤ ـــ يلف المحرك على أساس خطوة متداخلة ذات الجناحين ويتبع فيها ماتنفذ فى الثابتة .

قيمـــة الخطـــوة

١ ـــ تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب زائـــد مجرى (قطبية + ١) .

٢ ـــ تحسب قيمة الخطـــوة على أســـاس عـــدد مجـــارى القطب فقط (قطبية فقط) .

٣ ـــ تحسب قيمة الخطوة على أساس عـــدد مجارى القطب ناقص مجرى (قطبية ـــ ١) .

٤ ـــ تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب ناقص مجرتين (قطبية ـــ ٢) .

الارتباط بين نوعية اللف والخطوة وقيمة الخطوة

يمكن أن نقسم المحركات الى قسمين من حيث عدد الاقطاب .

(أ) محركات تلف على أساس قطبين .

(ب) محركات تلف على أساس أكثر من قطبين .

وذلك لأن محركات القطبين لها وضع خاص بالنسبة لنوعية اللف والخطوة وقيمة الخطوة .

محركات ذات قطبين

في حالة جانبين في المجرى :—

يمكن تنفيذ اللف على أساس خطوة ثابتة أو متداخلة عادية وهى التى يتم فيها اسقاط ملفات عدد مجارى الوجه تحت القطب كمجموعة واحدة على أن تكون قيمة الخطوة (قطبية + ١) .

في حالة جانب واحد في المجرى :—

يختار في هذه الحالة الأفضل وهو الثابتة أو المتداخلة ذات الجناحين وهى التى يتم فيها تقسيم عدد مجارى الوجه تحت القطب الى مجموعتين على أن تكون قيمة الخطوة كالآتى :

نجد أن عدد مجارى المحرك الكلية تدخل في تحديد قيمة الخطوة في حالة الجناحين حيث نجد مثلا أن المحرك ١٨ مجرى تكون قيمة الخطوة (قطبية فقط) أما المحرك ٢٤ مجرى تكون قيمة الخطوة (قطبية — ١) ويمكن بطريقة أخرى تكون (قطبية — ٢) وفى المحرك ٣٦ مجرى تكون قيمة الخطوة (قطبية — ٢) رغم أن هذه المحركات مقسمة قطبين .

أســاس تنفيذ الجنــاحين

اذا كان عدد مجارى الوجه تحت القطب زوجى العدد يمكن تنفيذ اللف جناحين ثابتة أو متداخلة (قطبية فقط) .

أما اذا كان عدد مجارى الوجه تحت القطب فردى العدد يمكن تنفيذ اللف جناحين متداخلة بمتوسط يساوى (قطبية فقط) أما الثابتة في هذه الحالة لا تنفذ الا على أساس (قطبية + ١) .

من هذا الشرح يمكن القول أن محركات القطبين يمكن أن ينفذ فيها جميع نوعيات اللف والخطوة وقيمة الخطوة .

حساب الخطوة المتداخلة يبنى على أساس قيمة خطوة الملف الأصغر ثم الأكبر فالأكبر كالآتى :

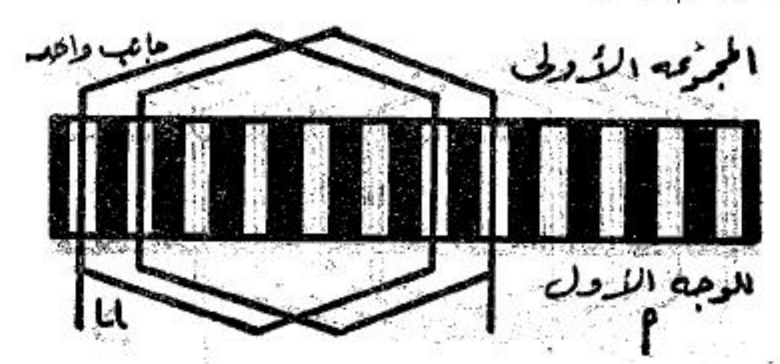
خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى الوجه تحت القطب × ٢) + ٢

خطوة الملف الثانى = (خطوة الأصغر + ٢)

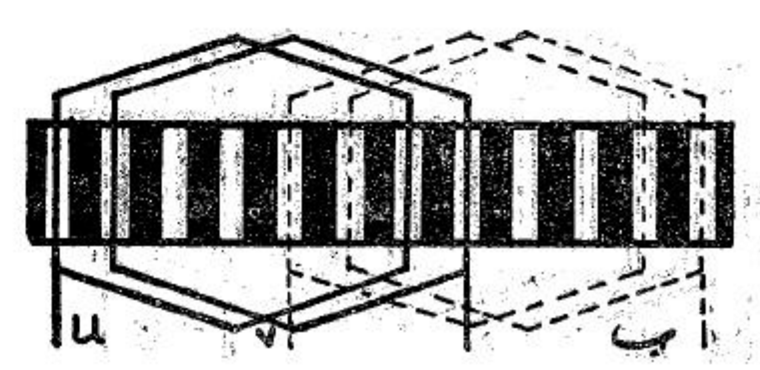
أما المحركات اكثر من قطبين تلف على أساس (قطبية + ١) أو (قطبية فقط) ثابتة أو متداخلة .

اسـقاط الملفـات

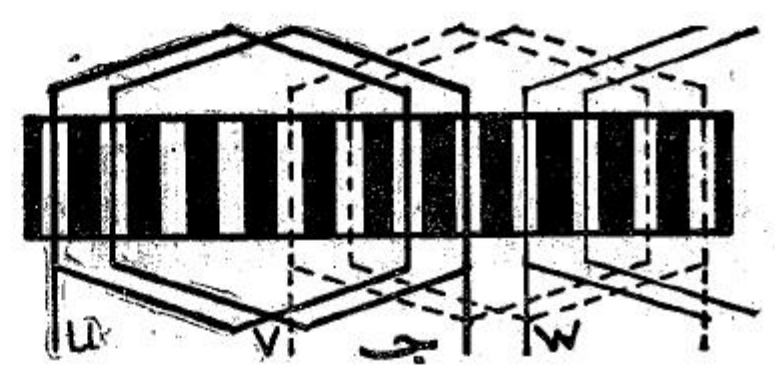
اذا كان نوع اللف جانب واحد فى المجرى ونوع الخطـوة ثابتـة او متداخلة علينا أولا باسقاط ملفات المجموعـة الأولى للوجـه الأول كما هو موضح فى الرسم (أ) .



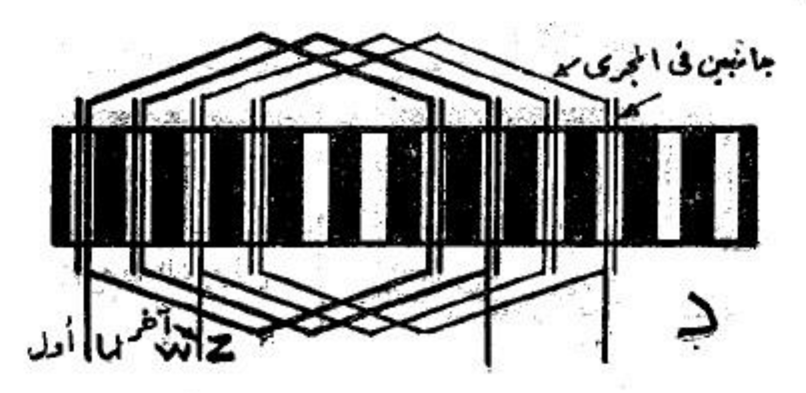
ثانيا اترك عدد من المجارى يساوى عدد ملفات مجموعة وجه خالية ثم اسقط ملفات المجموعـة الأولى للوجـه الثـانى كما هو موضح فى الرسم (ب) .



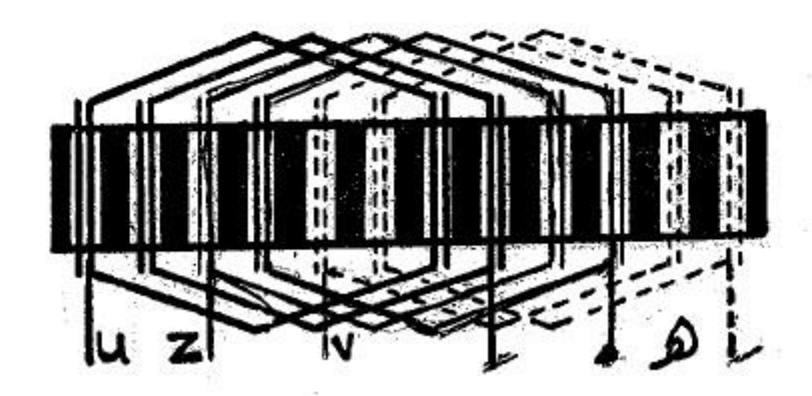
ثالثا اترك المجارى التى بها نهاية ملفات المجموعة الأولى للوجه الأول ثم اسقط ملفات المجموعـة الأولى للوجه الثالث كما هو موضـح فى الرسم (جـ) .



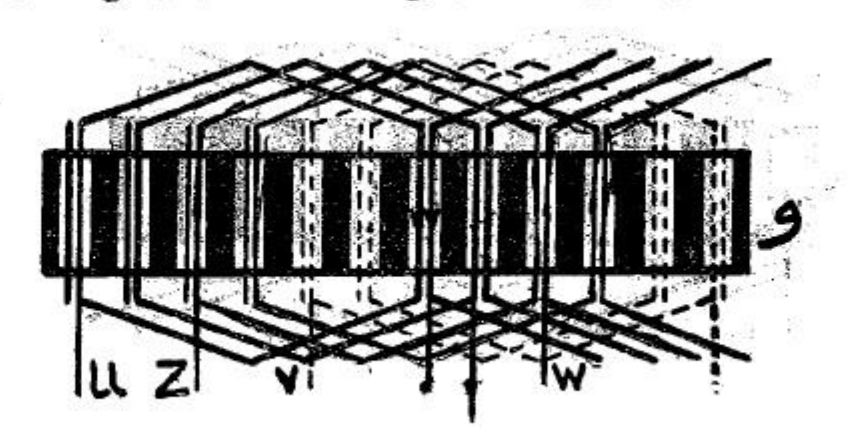
اذا كان نوع اللف جانبين فى المجرى سواء كان نوع الخطوة ثابتة أو متداخلة علينا أولا أسقاط ملفات مجموعة الوجه الأول يليها مباشرة ملفات المجموعة الأخيرة للوجه الثالث دون ترك اى مجارى خالية كما هو موضح فى الرسم (د) .



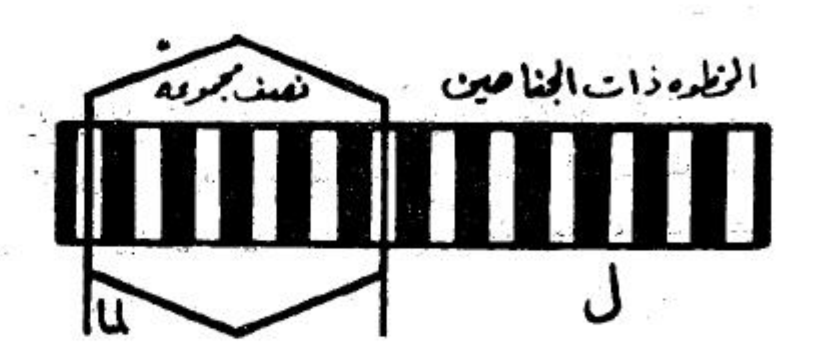
ثانيا اسقاط ملفات المجموعة الأولى للوجه الثانى مباشرة عقب أول الأول والمجموعة الأخيرة للوجه الثالث كما هو موضح فى الرسم (ه) .



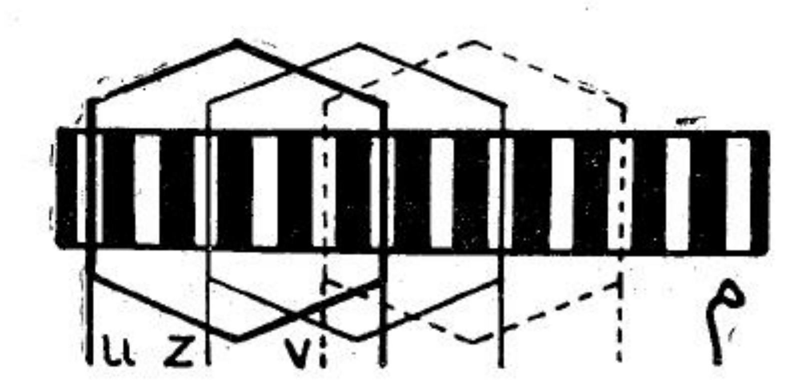
ثالثا بعد اسقاط أول الأول ثم آخر الثالث ثم أول الثانى نبدأ فى اسقاط الجانب الثانى وهو المجموعة الثانية للوجه الأول يليها المجموعة الأولى للوجه الثالث ونستمر حتى ينتهى اسقاط جميع الملفات كما هو موضح فى الرسم (و) .



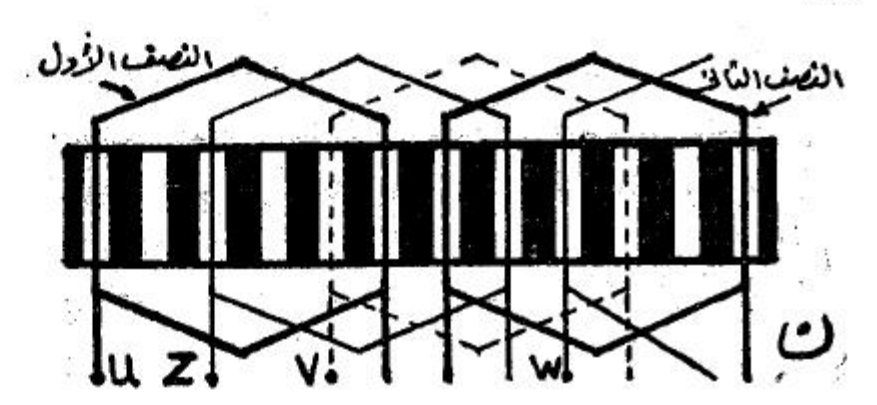
اذا أردنا اسقاط الملفات بطريقة الخطوة ذات الجناحين نجد ان هـــذه الطريقة لا تنفذ الا بنوعية اللف الجانب الواحد فى المجرى وعلينا أولا اذا كان عدد ملفات المجموعة للوجه تحت القطب مثلا ملفين أن نبدأ باســقاط ملفات نصف المجموعة وهو مثلا ملف واحد كما هو موضح فى الرسم (ل) .



ثانيا : اترك عدد من المجارى يساوى نصف عدد ملفات المجموعة اترك هذه المجارى خالية ثم اسقط بعد ذلك نصف مجموعـــة الوجـــه الثالث ثم نصف الوجه الثانى كما هو موضح فى الرسم (م) .



ثالثا : بعد ذلك نبدأ فى اسقاط ملفات النصف الثانى للمجموعة الأولى للوجه الأول ثم نصف المجموعة الأولى للوجه الثالث وهكذا يستمر الاسقاط حتى ينتهى اللف للأوجه الثلاثة نصف يمين ونصف يسار كما هو موضـــح فى الرسم (ن) .



استعمال نوعية اللف والخطوة

تستعمل عادة نوعية اللف جانب واحد فى المجرى مع نوعية الخطوة المتداخلة خاصة فى المحركات ذات القدرة الكبيرة حيث تكون مساحة مقطع السلك كبيرة وعدد لفات الملف قليلة مع مراعاة تواجد المكان الذى يسمح ببروز الملفات دون ضغوط الغطائين عليها عند تقفيل المحرك — اما المحركات ذات القدرة الصغيرة او المتوسطة لا مانع من لفها جانب واحد بخطوة متداخلة حتى لا يقال ان الجانب الواحد خاص فقط بالمتداخل فى المحركات الكبيرة ولكن وجد ان افضل اما أن تلف جانب واحد بخطوة ثابتة او ذات الجناحين .

تستعمل عادة نوعية اللف جانبين فى المجرى مع نوعية الخطوة ثابتة خاصة فى المحركات ذات القدرة الصغيرة حيث تكون مساحة مقطع السلك صغيرة وعدد لفات الملف كثيرة كما تستعمل الخطوة الثابتة فى الحالات التى لا يوجد فى جسم المحرك مكان لبروز الملفات وحتى لا يقال أن الجانبين خاصة فقط بالثابتة فانه يمكن استعمال الجانبين مع الخطوة المتداخلة اذا كان جسم المحرك يسمح بذلك .

وعلى هذا يمكن القول ان اختيار كل من نوعية اللف أو الخطوة يرجع الى أيهما افضل وانسب فى لف المحرك .

فى محركات الثلاثة اوجه يمكن اعـادة لفه حسب التقسيم الخاص ببياناته التى كان عليها من حيث السرعة ومساحة مقطع السلك وعدد لفات كل ملف وكذا نوعية اللف والخطوة ومقدار الخطوة — كما يمكن عند اعادة لفة تغيير جميع هذه البيانات وتقسيمة تقسيم جديد يتفق مع السرعة الجديدة وقطبيتها سواء كانت أكبر او اقل من التى كان عليها والسبب فى ذلك هو ان محركات الثلاثة أوجه لا ترتبط بمكثفات ولا يوجد بها مفتاح طرد مركزى متوقف عمله فى فتح دائرة التقويم عند سرعة معينة .

ولكن يجب عند تغيير سرعة المحرك الى أكبر او أصغر الالتزام بتغيير كل من مساحة مقطع السلك وكذا عدد لفات كل ملف حسب القانون السابق شرحه والخاص بتغير سرعة المحركات سواء كانت وجه واحد او ثلاثة أوجه .

خطوات تقسيم المحرك

عند لف اى محرك يجب استعمال خطوات التقسيم للتعرف على بيانات اللف .

١ ــ معرفة أو تحديد سرعة المحرك ومنها تحدد عدد أقطاب المحرك .

٢ ــ معرفة عدد المجارى الكلية الخاصة بالمحرك .

٣ ــ ايجاد عدد مجارى كل قطب = عدد مجارى المحرك ÷ عـــدد الأقطاب = مجـــرى .

٤ ــ حساب عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب = عدد مجـــارى القطب ÷ عدد الأوجه = مجرى .

٥ ــ تحديد نوعية اما جانب أو جانبين فى المجرى .

٦ ــ تحديد نوعية الخطوة اما ثابتة أو متداخلة (عادية) أو (ذات الجناحين) .

٧ ــ حساب مقدار خطوة اللف على أساس نوعية الخطوة .

٨ ــ حساب قيمة المجرى بالدرجات = زاوية القطب ١٨٠° ÷ عـــدد مجارى القطب = درجة .

٩ ــ حساب بعد بدايات الأوجه الثلاثة = زاوية الوجه° ÷ زاوية المجرى = مجرى .

هذا ويمكن حساب بعد البدايات للأوجه الثلاثة على أساس ⅔ مجارى القطب أو قسمه عدد مجارى المحرك ÷ ٣ لتوازن بعد البدايات .

مثـــــال

محرك ثلاثة أوجه العضو الثابت ١٢ مجرى وسرعته ٢٨٥٠ لفة/دقيقة

التقسيم

١ ــ سرعة المحر ك= ٢٨٥٠ لفة = ٢ قطب

٢ ــ عدد مجارى المحرك الكلية = ١٢ مجرى .

٣ ــ عدد مجارى كل قطب = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى .

٤ ــ عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى .

ثم تحدد نوعية اللف ونوعية الخطوة ومقدار الخطوة حسب الشرح السابق .

٥ ــ قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٦ = ٣٠ درجة .

٦ ــ بعد بدايات الأوجه الثلاثة = ١٢٠° ÷ ٣٠° = ٤ مجرى .

او حسابها على أساس ⅔ مجارى القطب = ٦ × ⅔ = ٤ مجرى .

أو على أساس مجارى المحرك ÷ ٣ = ١٢ ÷ ٣ = ٤ مجرى

كيف تحدد أطراف التوصيل الخارجة
من محرك ثلاثة أوجه

كثيرا ولظروف ما تمر بالمحرك تنعدم فيها معالم أطراف التوصيل للدوائر الثلاثة بالمحرك ويصعب مع هذا تحديد رموز الأطراف الستة الخارجة من المحرك لتوصيلها اما نجمة أو دلتا — لهذا السبب ومن الأدوات والأجهزة والعمليات الآتية يمكن التعرف على أطراف كل وجه من الأوجه الثلاثة وتحديد رموزها .

الأدوات والأجهزة المستعملة

١ — مصباح اختبار مناسب مع التأكد من صلاحيته .

٢ — محول كهربى ٢٢٠ فولت يعطى ١١٠ فولت ثانوى فى حدود قدرة (٥٠٠ وات) .

٣ — جهاز فولت تيار متغير يقرأ من صفر الى ٢٢٠ فولت بتدريج سهل القراءة .

العمليات المنفذة

١ — بواسطة مصباح الاختبار يمكن تحديد طرفى كل دائرة من دوائر المحرك الثلاثة — ثم رقم الدائرة الأولى وهى أى دائرة تختارها برقم (١ — ١َ) والدائرة الثانية وهى أيضا يمكن اختيارها برقم (٢ — ٢َ) والدائرة الثالثة وهى الباقية برقم (٣ — ٣َ) كما هو مبين بالرسم .

٢ — وصل طرفى الدائرة الأولى (١ — ١َ) بطرفى خرج المحول وهو الثانوى ١١٠ فولت دون أن توصل المحول على الينبوع حسب الرسم .

٣ — صل طرفى الدائرة الثانية والثالثة رقم (٢ ، ٣) بالتوالى مع بعضهما ثم وصل الطرفين رقم (٢َ ، ٣َ) بطرف جهاز الفولت حسب الرسم .

٤ — بعد تنفيذ هذه العمليات وصل طرفى التغذية للمحول .

٥ ــ اذا قرا جهاز الفولت عند توصيل المحول على التيار يكون هذا الوضع غير مطلوب وعلى هذا بدل رقم (٢ ، ٣) بحيث يوصل رقم (٣) مع (٢) ثم وصل رقم (٢) مع جهاز الفولت بدلا من رقم (٢) بعد هذا التبديل فى توصيل الأطراف مع التأكد من سلامة جميع التوصيلات يجب عند توصيل المحول على التيار ان لا يقرا جهاز الفولت وهو الوضع المطلوب والرسم يوضح هذه العملية .

٦ ــ بعد تنفيذ العملية السابقة والتأكد منها ومن عدم قراءة جهاز الفولت افصل التيار عن المحول ثم اعطى طرف الدائرة الثانية والمتصل بجهاز الفولت حرف B والطرف الآخر لنفس الدائرة وهو المتصل مع طرف الدائرة الثالثة حرف B َ ثم أعطى طرف الدائرة الثالثة والمتصل بجهاز الفولت حرف C والطرف الآخر والمتصل مع الدائرة الثانية حرف C َ كما هو بالرسم .

٧ ــ بعد اعطاء الرموز السابقة للأطراف افصل طرفى الدائرة الثالثة وهى C-C َ من طرفى الدائرة الثانية وجهاز الفولت ثم وصل طرفى الدائرة الثالثة بطرفى خرج المحول ١١٠ فولت بدلا من طرفى الدائرة الأولى ــ وصل طرفى الدائرة الأولى مع الدائرة الثانية وجهاز الفولت أى مكان طرفى الدائرة الثالثة مع ثبات طرفى الثانية فى مكانهما .

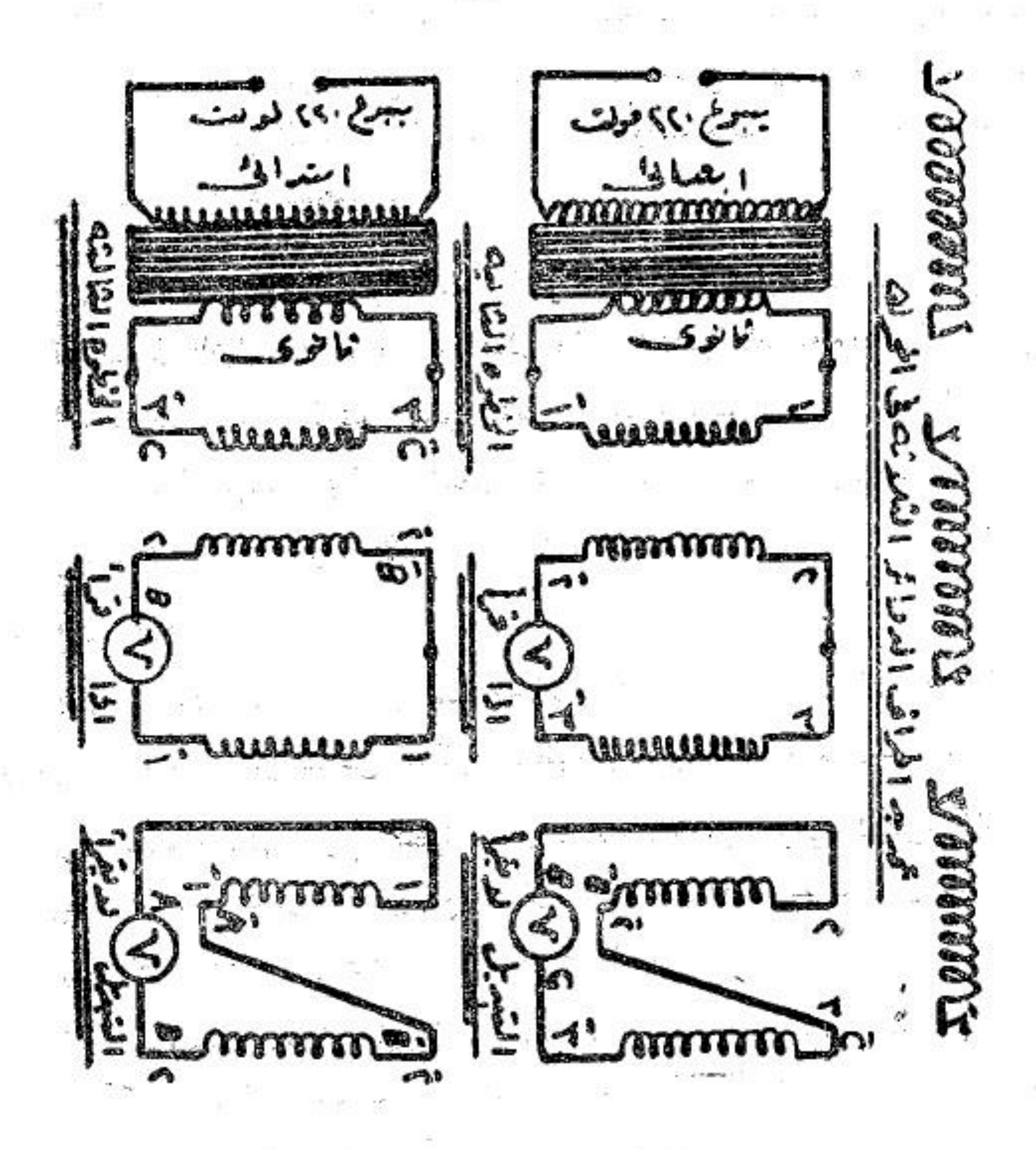
٨ ــ وصل المحول على التيار فاذا قرا جهاز الفولت وجب تعديل طرفى الدائرة الأولى فقط مع عدم المساس بطرفى الدائرة الثانية وفى هذه الحالة يجب ان لا يقرا جهاز الفولت وهو المطلوب .

٩ ــ بعد تنفيذ العملية رقم ٨ السابقة وبعد التأكد من عدم قراءة جهاز الفولت أعطى طرف الدائرة الأولى والمتصل مع جهاز الفولت حرف A والطرف الآخر والمتصل مع الدائرة الثانية حرف A َ .

بهذا يكون عن طريق تنفيذ العمليات السابقة بكل دقة والموضحة بالرسومات لكل خطوة يمكننا تحديد طرفى كل وجه من الأوجه الثلاثة فى المحرك واعطاء الرموز لها التى تسهل عملية توصيل المحرك بطريقة النجم أو دلتا .

عمليات تحديد أطراف المحرك

ثلاثـــة أوجـــه



الحرف A هو U والحرف A⁻ هو X

الحرف B هو V والحرف B⁻ هو Y

الحرف C هو W والحرف C⁻ هو Z

ملاحظات وارشادات هامة
فى لف المحركات

عند تقسيم المحرك للفه نجد أن كل وجه له عـــدد من المجموعات والمجموعة هى عبارة عن عدد ملفات مجارى الوجه تحت كل قطب ويختلف عدد هذه المجموعات فى اللف اذا كان نوعه جانب واحد عن عددها اذا كان اللف جانبين فى المجرى حيث نجد الآتى :

١ ـــ اذا كان اللفجانب واحد فى المجرى يكون عـــدد مجموعات كل وجه يساوى نصف عدد اقطاب المحرك اى اذا كان المحرك اربعـــة اقطاب كان عدد مجموعات الوجه اثنين وعلى هذا يكون توصيل هذه المجموعات مع بعضها على اساس نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثانية على ان يستمر هذا التوصيل نهاية مع بداية حسب عدد المجموعات بحيث يتبقى فى النهاية بداية المجموعة الأولى كبداية وجه ونهاية المجموعة الأخيرة كنهاية وجـــه .

٢ ـــ اذا كان اللف جانبين فى المجرك يكون عدد مجموعات كل وجـــه يساوى عدد اقطاب المحرك وعلى هذا يكون توصيل هذه المجموعات مـــع بعضها على أساس نهاية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية وبداية الثانية مع بداية الثالثة وهكذا حتى يتبقى لنا بداية المجموعة الأولى بدايـــة وجه وبداية المجموعة الأخيرة نهاية وجه .

٣ ـــ يراعى تحديد بداية المجموعة الأولى لكل وجه على أساس حساب بعد البدايات بين الأوجه الثلاثة .

٤ ـــ عندما نستعمل قيمة الخطوة تطبيقية فقط جانب واحد فى المجرى يكون نوع الخطوة ذات الجناحين وهنا تضاعف عدد المجموعات وتساوى عدد الأقطاب مع أن اللف جانب واحد وعلى هذا يكون توصيل المجموعات نهاية مع نهاية وبداية مع بداية كما يحدث هذا الوضع فى المحركات ذات القطبين وسبب التضاعف هو قسمة المجموعة .

محركات الثلاث أوجه الشاذة

تعريف المحرك :

هو المحرك ذو التوزيع الخاص لملفات الأوجه الثلاثة حيث الآتى :

١ — فى المحرك العادى نجد أن جميع مجموعات الأوجه متساوية فى عـــدد المجارى ولكن فى المحرك الشاذ نجد مجموعات الوجه بعضها متساوى والبعض غير متساوى فى عدد المجارى .

٢ — فى المحرك العادى نجد جميع الملفات سواء فى الخطـــوة الثابتـــة أو المتداخلة بمقدار واحد ولكن فى المحرك الشاذ نجد فى بعض الحالات المقدار للخطوة واحد وفى البعض الآخر نجد اكثر من خطوة .

معنى هذا أن المحرك الواحد نجد فيه ملفات بمقدار خطوة وملفات بمقدار آخر فى نفس المحرك .

الأســـــباب :

أولا — فى بعض المحركات نجد ان عدد المجارى الكلية فردى العـــدد مثل (٩ ، ٢٧ ، ٤٥) هذا النوع من المحركات عند لفه بأى عدد من الاقطاب يعتبر شاذ والسبب هو تواجد كسر من المجرى فى كل من عدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب مثلا محرك ٢٧ مجرى ٤ اقطاب نجد أن عدد مجارى القطب ٢٧ ÷ ٤ = ٦$\frac{٣}{٤}$ مجرى وعدد مجارى الوجه تحت القطب ٦٫٧٥ = ٣ = ٢$\frac{١}{٤}$ مجرى .

ثانيا — بعض المحركاتنجد أن عدد المجـــارى الكلية زوجى العدد ولكن عند لفه بقطبية معينة نجده يعتبر شاذ مثلا محرك ١٨ مجرى زوجى العدد ولكن عند تقسيمه ٤ اقطاب نجد أن عدد مجارى القطب ١٨ ÷ ٤ = ٤٫٥ مجرى وعدد مجارى الوجه تحت القطب ٤٫٥ ÷ ٣ = ١٫٥ مجرى .

ثالثا — هناك محركات عدد المجارى زوجى وتعتبر شاذة عند لفهـــا بقطبية معينة ولكن نجد أن عدد مجارى القطب ليس به كسر ولكن عند حساب عدد مجارى الوجه تحت القطب يحدث تواجد الكسر مثلا محرك ٢٤ مجرى ٦ اقطاب عدد مجارى القطب ٢٤ ÷ ٦ = ٤ مجرى ولكن عدد مجارى الوجه تحت القطب ٤ ÷ ٣ = ١$\frac{١}{٣}$ مجرى .

من هذا الشرح نجد ان تواجد الكسر دائم فى عدد مجارى الوجه تحت القطب ولعلاج هذا الكسر سمى المحرك بالشاذ حيث يحتاج الى معالجة لهذا الكسر بالتوزيع الخاص للملفات كما سبق فى تعريف المحرك .

من الشرح السابق نقول ان الكسر الذى يتواجد فى عدد مجارى القطب لا يهم ولكن الذى يهمنا هو الكسر الموجود فى عدد مجارى الوجه تحت القطب فاذا كان هذا الكسر ½ مع رقم صحيح فى هذه الحالة يمكن اختيار نوعية من أربع نوعيات للف المحرك كما هو موضح فى انفرادات اللف .

اما اذا كان الكسر الموجود فى عدد مجارى الوجه تحت القطب خلاف ½ مثلا (¼ ، ¾) فى هذه الحالة لا توجد غير نوعية واحدة للف المحرك وهى عن طريق الجدول الخاص كما هو موضح فى انفرادات اللف .

مثـــال

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ويراد تقسيمه ٤ أقطاب

عدد مجارى القطب = ١٨ ÷ ٤ = ٤ر٥ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ر٥ ÷ ٤ = ١ر٥ مجرى

فى هذا المحرك ٤ نوعيات للفة لان الكسر ½ .

اما بالنسبة لخطوة اللف تحسب عند اختيار نوعية اللف على أساس أما (٥) ثابتة أو متداخلة (٤ ـــ ٦) أو (٥) للفات (٦) للفات أخرى .

مثـــال آخـــر

محرك ثلاثة أوجه ٢٧ مجرى ويراد تقسيمه ٦ أقطاب :

عدد مجارى القطب = ٢٧ ÷ ٦ = ٤ر٥ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ر٥ ÷ ٣ = ١ر٥ مجرى .

أيضا هذا المحرك له ٤ نوعيات للفة لأن الكسر ½ .

اذا كان هذا المحرك يراد تقسيمه ٤ أقطاب :

نجد عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ر٧٥ ÷ ٣ = ٢ر٢٥ مجرى .

فى هذه الحالة نجد الكسر ¼ وعلى هذا يلف المحرك بنوعية واحـــدة حسب الجدول الخاص باسقاط اللفات اما الخطوة تحسب (١ ـــ ٧) فقط .

اما المجارى الكلية وتوزيعها على أربعة اقطاب على اساس (٢٫٢٥ مجرى) تحت كل تطب وتعديل هذا الوضع هو رفع (¼ مجرى) من ثلاثة اقطات وتضاف الى القطب الرابع فيصبح (٣ مجرى) بدلا من (٢٫٢٥ مجرى) ويصبح عدد مجارى الوجه تحت الأقطاب الأول والثانى والثالث (٢ مجرى فقط) ويطبق هذا الوضع بالنسبة للأوجه الثلاثة .

٤ ــ حالة أخرى بالنسبة لمحرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٢٤ مجرى ٦ اقطاب (فى هذا المحرك سنجد الكسر خلاف ½ وهو ⅓ وله طريقة واحدة).

التقســـيم

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٦ = ٤ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ ÷ ٣ = ١⅓ مجرى .

مقدار المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٤ = ٤٥ درجة كهربية .

بعد المداخل = ١٢٠° ÷ ٤٥ = ٢⅔ مجرى تعدل الى ٣ مجرى .

التعليق والتعديل

فى هذا المحرك نجد ان عدد مجارى القطب سليمة وهى (٤ مجرى) وكذا خطوة اللف نجدها سليمة وهى (١ ــ ٥) أما عدد مجارى الوجه تحت القطب نجدها (١⅓ مجرى) والتصرف فى هذا الوضع هو رفع (⅓ مجرى) من اربعة اقطاب واضافة (⅓ مجرى) الى القطب الخامس فيصـــبح (٢ مجرى) واضافة ⅔ مجرى الى القطب السادس فيصبح (٢ مجرى) على هذا يكون تم توزيع عدد (٨ مجرى) وهى الخاصة لكل وجه كامل عـلى (٦ قطب) بالترتيب :

الوجـــه الأول (٢ ــ ٢ ــ ١ ــ ١ ــ ١ ــ ١) مجرى

الوجـــه الثالث (٢ ــ ٢ ــ ١ ــ ١ ــ ١ ــ ١) مجرى

الوجـــه الثانى (١ ــ ١ ــ ١ ــ ٢ ــ ٢ ــ ١) مجرى

وهذا التوزيع على اساس بعد مداخل التيار الذى عدل من (٢⅔ مجرى) الى (٣ مجرى) ويلاحظ ان هذه العملية تحتاج الى جهود وعناية كبيرة حتى لا تحدث أخطاء والرسم الخاص بالانفرادات يوضح هذا .

حساب لفة محركات الثلاثة اوجه

فى الوجه الواحد تكون الآلة بها دائرة كهربية واحدة وفيها الآتى :

ضغط الخط = ضغط الوجه .

وبذلك تكون القدرة مع اعتبار معامل القدرة

ض × ش × جتاهـ = وات

اما فى حالة الثلاثة أوجه يكون المحرك به ثلاثة دوائر كهربية كل منها مستقل عن الآخر ثم يتم توصيل الدوائر الثلاثة مع بعضها أما بطريقة النجمة أو بطريقة الدلتا وتكون الزاوية للوجه بين الضغوط فى الثلاثة دوائر (١٢٠ درجة) .

فى حالة توصيل المحرك دلتا يكون الوضع كالآتى :

ض = ض١

اما تيار الخط (ش) فهو محصلة تيارى دائرتين :

∴ ش = ش١ $\sqrt{٣}$

فى حالة توصيل المحرك نجمة يكون الوضع كالآتى :

ش = ش١

أما ضغط الخط (ض) فهو محصلة ضغطى دائرتين .

∴ ض = ض١ $\sqrt{٣}$

وعلى هذا تكون القدرة الكهربية فى الثلاثة أوجه كالآتى :

القدرة = $\sqrt{٣}$ ض ش جتا هـ = وات

وهكذا يمكن تحديد قيمة القدرة عن طريق الحسابات السابقة وكلها معلومة ويمكن التعرف عليها ولكن فى بعض الحالات تفقد معلومات المحرك وتصبح قدرته مجهولة فهل يمكن معرفة قدرة المحرك بطريق حسابى وعملى ومن واقع حديد المحرك هذا هو الجديد بدرجة لا تقل عن ٩٠٪ من القدرة الأساسية للمحرك وحسب ظروف تصنيع المحرك .

تحديد قيمة القدرة

اذا كانت قدرة المحرك غير معلومة لسبب ما فيمكن تقديرها بالحساب الآتى :

١ — أوجد عدد المجارى الكلية للمحرك .

٢ — أوجد عرض السنة الحديد بالسنتيمتر مع الدقة الكبيرة فى القياس .

٣ — أوجد طول المجرى بالسنتمتر حسب رقائق العضو الدائر .

٤ — قيمة ضغط الينبوع الذي يعمل عليه المحـــرك (٣٨٠ فولت نجمـــة) .

٥ — قيمـــة الفيض المغناطيسي للوحدة المربعـــة بالسنتيمتر ويمكن اعتبارها كالآتى :

(أ) المحركات اقـــل من واحـــد كيلوات اســـتعمل (٩٥٠٠ خط) للسنتيمتر المربع الى (١٠٠٠٠ خط) .

(ب) المحركات من واحد الى ثلاث كيلوات (٩٠٠٠ خط) .

(جـ) المحركات من ثلاثة الى خمسة كيلوان (٨٥٠٠ خط) .

(د) المحركات اكبر من خمسة كيلوان (٧٥٠٠ خط) .

٦ — استعمل الأرقام الثابتة (١٢ — ١٥٠٠ — $١٠^{٦}$) .

٧ — اذا كان معامل القدرة غير معلوم يمكن اعتباره (٧٠ر٠ — ٧٣ر٠ — ٨٠ر٠ — ٨٥ر٠ — ٩٠ر٠) ويكون الفرق تصاعدى كلما نقصت القدرة أى اذا كان المحرك اكثر من خمسة كيلوات يكون المعامل (٧٠ر٠) واذا كان أقل من واحد كيلوات يكون معامل القدرة (٩٠ر٠) .

لتنفيذ العمليات الحسابية بالبيانات السابقة ابدأ الآتى :

اقسم عدد المجارى الكلية للمحرك على الرقم الثابت (١٢) = مجرى

ناتج القسمة السابق × عرض السنة × طول المجرى = مساحة حديد

بعد ذلك أوجد مربع مساحة الحديد التى حصلت عليها فى العمليـــة الســـابقة .

∴ القدرة =

$$\frac{\text{مربع الحديد} \times \text{الفيض المغناطيسي للوحدة} \times \text{الضغط} \times \text{سرعة المحرك}}{١٥٠٠ \times ١٠^{٦}} = \text{وات}$$

مثـــال

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت وموصـــل بطريقة النجمة يحتوى على ٢٤ مجرى وفيه عرض السنة الجديد ٧ر٠ سم وطول المجرى ٨ر٨ سم وسرعته ١٥٠٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة قيمة قدرة هذا المحرك .

الحـــل

عـــدد المجارى المطلوب = عدد المجارى الكلية ÷ ١٢ =
٢٤ ÷ ١٢ = ٢ مجرى

مساحة الحديد المطلوبة = عـــدد المجـــارى المطلوب × عرض الســـنة
× طول المجرى
= ٢ × ٠ر٧ × ٨ر٨ = ١٢ر٣٢ سم^{٢}

مربع الحـــديد المطلوب = ١٢ر٣٢ × ١٢ر٣٢ = ١٥١ر٧٨٢

قيمة القدرة =

$$\frac{\text{مربع الحديد} \times \text{الفيض المغناطيسى} \times \text{الضغط} \times \text{سرعة المحرك}}{١٥٠٠ \times ١٠^{٦}}$$

$$= \frac{١٥٠٠ \times ٣٨٠ \times ٩٥٠٠ \times ١٥١ر٧٨٢}{١٥٠٠ \times ١٠^{٦}} = ٥٥٠ \text{ وات}$$

عند اختيار قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة رغم عدم معرفة قيمة القدرة يختار الرقم المناسب لتقدير قدرة المحرك فى البداية فمثلا فى المثال السابق اختير الرقم (٩٥٠٠ خط) تقديريا لحجم المحرك وقدرته وبعد تنفيذ العمليات الحسابية وجدت ان قدرة المحرك (٥٥٠ وات) وبذلك يكون اختيار قيمة الفيض المغناطيسى مناسبة لأنها للمحركات التى اقل من واحد كيلوات كما بينا سابقا .

حساب مساحة مقطع السلك

بعد التمكن من معرفة وتحديد قيمة قدرة المحرك اذا كانت مجهولة يمكن ايضا التوصل الى معرفة قيمة مساحة مقطع السلك المستعمل فى لف هذا المحرك المجهولة بياناته بعد التوصل من معرفة الآتى :

١ — قدرة المحرك بالوا ت.

٢ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحـــرك فى حالة توصيله نجمـــة .

٣ — قيمة معامل القدرة واذا تعذر معرفته استعمل الرقم المنـــاسب لقدرة المحرك (من ٧ر٠ الى ٩ر٠) .

٤ ـــ كثافة التيار لكل مم^{٢} ويمكن استعمال (٥ أمبير) .

٥ ـــ جذر ثلاثة وهو (١٫٧٣٢) .

من هذه البيانات السابقة والتى يمكن التعرف عليها يمكن تحديد أولا قيمة الأمبير فى سلك المحرك ثم بعد ذلك الحصول على مساحة مقطع السلك اللازم ثم من الجدول الخاص بأسلاك اللف يمكن تحديد قطر السلك المناسب لمساحة المقطع التى حصلنا عليها .

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{\text{القدرة بالوات}}{\text{جذر ثلاثة} \times \text{الضغط} \times \text{معامل القدرة}} = \text{أمبير}$$

مثـــال

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٣٫٥ كيلوات يعمل على ضـــغط ٣٨٠ فولت وهو موصل بطريقة نجمة ومعامل قدرته ٠٫٨ . والمطلوب معرفة مساحة مقطع السلك المستعمل فى لفه .

الحـــل

قدرة المحرك بالوات = ٣٫٥ × ١٠٠٠ = ٣٥٠٠ وات

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{٣٥٠٠}{١٫٧٣٢ \times ٣٨٠ \times ٠٫٨} = \text{٦٫٦٤ أمبير}$$

مساحة مقطع السلك = ٦٫٦٤ ÷ ٥ = ١٫٣٢ سم^{٢}

يقابلها قطر (١٫٣ مم) وفى هذه الحالة يمكن لف الملف بسلك مساحة مقطعه نصف المســـاحة السابقة مزدوج أى بقطر (٠٫٩١ مم) اذا تعذر استعمال السلك الأول لكبر قطره وضيق فتحة المجرى بالمحرك .

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٥٫٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت موصل دلتا ومعامل قدرته ٠٫٧٣ . والمطلوب معرفة قطر السلك المستعمل فى لفه .

الحـــل

قدرة المحرك بالوات = ٥ر٥ × ١٠٠٠ = ٥٥٠٠ وات

ضغط المحرك فى حالة نجمة = ٦٦٠ فولت

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{٥٥٠٠}{١ر٧٣٢ \times ٦٦٠ \times ٠ر٧٣} = ٦ر٧ \text{ أمبير}$$

مساحة مقطع السلك = ٦ر٧ ÷ ٥ = ١ر٣٤ مم^{٢}

من جدول اسلاك اللف نجد ان هــذه المساحة لمقطع السلك وهى (١ر٣٤ مم^{٢}) يقابلها (١ر٣ مم) كقطر السلك ويمكن كما هو فى المثـــال السابق استعمال سلك مزدوج بنصف مساحة المقطع اى بقطر (٠ر٨٥ مم).

تنبيه : استعمل قيمة الضغط (٣٨٠ فولت) فقط فى قانون تحـــديد القدرة اما قانون تحديد قطر السلك وعدد اللفات استعمل قيمة الضـــغط الذى يعمل عليه المحرك نجمة فعلا .

لم يبق بعد التعرف على قدرة المحرك ومساحة مقطع السلك المستعمل فى لف ملفاته غير التعرف على عدد لفات الملف وبذلك تكون جميع بيانات المحرك المفقود قد اكتملت ويمكن على ضوئها البدء فى لف المحـــرك ولكى تحصل على عدد لفات الملف علينا أن نحصل أولا على البيانات الآتية وفيها ما سبق معرفته :

١ ـــ قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحرك نجمة .

٢ ـــ قيمة التردد لهذا الينبوع .

٣ ـــ قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعـــة بالسنتيمتر ويمكن اعتبارها كالآتى :

(أ) محركات اقل من واحد كيلوات (٩٥٠٠ خط) لكل سنتيمتر مربع.

(ب) محركات من كيلوات واحد الى ثلاثة كيلوات (٩٠٠٠ خط) .

(جـ) محركات من ثلاثة الى خمسة كيلوات (٨٥٠٠ خط) .

(د) محركات اكثر من خمسة كيلوات (٧٥٠٠ خط) .

٤ — استعمل الأرقام الثابتة (٩٧ر. ، ٤٤ر٤ ، ١٥٠٠ ، $١٠^{٨}$) .

٥ — سرعة المحرك لفة/دقيقة .

٦ — عدد المجارى الكلية للمحرك .

٧ — عدد ملفات الوجه الواحد كاملة .

٨ — قيمة معامل اللف ويمكن تحديده من الجدول حسب حالة المحرك .

٩ — مقدار عرض السنة الحديد .

١٠ — طول المجرى .

من البيانات السابقة يمكن تجميع القانون وحساب عدد لفات الملف على أســاس الآتى :

عدد لفات ملف الوجه الواحد =

$$\frac{\text{٩٧ر.} \times \text{الضغط للمحرك} \times \text{١٥٠٠} \times \text{١٠}^{\text{٨}}}{\text{٤٤ر٤} \times \text{التردد} \times \text{الفيض المغناطيسى الكلى} \times \text{معامل اللف} \times \text{السرعة}}$$

طريقة الحصول على معامل اللف

قبل تطبيق القانون السابق وهو الخاص بمعرفة عدد لفات الملف يجب التعرف على كيفية الحصول على معامل اللف حيث أنه جزء من القانون .

١ — من عدد مجارى الوجه تحت القطب يتكون عندنا من هذا العدد الرقم الرأسى وهو على يمين الجدول .

٢ — من ضرب عدد مجارى الوجه تحت القطب فى عدد الأقطــاب يتكون عندنا من هذا الرقم الأفقى وهو الموجود فى أعلى الجدول .

٣ — المربع الذى نحصل عليه من تقاطع كل من الرقم الراسى مــع الرقم الأفقى يكون الرقم الذى بداخله يمثل قيمة معامل اللف المطلوب لهذا المحرك .

طريقة الحصول على الفيض المغناطيسى الكلى

١ — حدد قيمة الفيض للوحدة المربعة بالنسبة لقدرة المحرك حسب ما هو موضح سابقا .

٢ — أوجد عدد المجارى الكلية التى تخص وجه واحد من الثلاثة اوجه

∴ قيمة الفيض المغناطيسى الكلى المطلوب = عدد مجـــارى الوجه الواحد × عرض السنة × طول المجرى × الفيض المغناطيسى للوحدة = خط مغناطيسى .

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت موصل نجم تردد التيار ٥٠ ذبذبة يتكون المحرك من ٣٦ مجرى وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة فيه عرض السنة الحديد ٨ر٠ سم وطول المجرى ١٤ سم والمطلوب معرفة عدد لفات الملف الواحد كاملا .

عدد مجارى الوجه الواحد الكلية = ٣٦ ÷ ٣ = ١٢ مجرى

قيمة الفيض الكلى = ١٢ × ٨ر٠ × ١٤ × ٨٥٠٠ = ١١٥٢٠٠٠ خط

عدد ملفات الوجه الواحد = ١٢ ÷ ٢ = ٦ ملفات

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى (الرقـــم الراسى لمعامل اللف) .

∴ الرقم الأفقى = ٣ × ٤ = ١٢

من الجدول الخاص بمعامل اللف نجد أن تقاطع الرقم الرأسى (٣) مع الرقم الأفقى (١٢) يعطى المربع الذى بداخله رقم (٨٣ر٠) وهـــو معـــامل اللف المطلوب .

بعد الحصول على نتائج العمليات السابقة نضع القانون ثم نعوض بالأرقـــام .

عدد اللفات الكلية للوجه الواحد =

$$\frac{\text{٠٫٩٧} \times \text{ضغط الينبوع للمحرك} \times \text{١٥٠٠} \times \text{١٠}^{\text{٨}}}{\text{٤٫٤٤} \times \text{التردد} \times \text{الفيض الكلى} \times \text{معامل اللف} \times \text{السرعة}}$$

$$= \frac{\text{٠٫٩٧} \times \text{٣٨٠} \times \text{١٥٠٠} \times \text{١٠}^{\text{٨}}}{\text{٤٫٤٤} \times \text{٥٠} \times \text{١١٥٢٠٠٠} \times \text{٠٫٨٣} \times \text{١٤٥٠}} = \text{١٧٨ لفة .}$$

∴ عدد لفات الملف الواحد = عدد لفات ملفات الوجه الكلية ÷ عدد الملفات للوجه .

= ١٧٨ ÷ ٦ = ٦ر٢٩ لفة .

= ٣٠ لفة .

جدول تحديد قيمة معامل اللف

لحسابات محركات تيار متغير ثلاثة أوجه

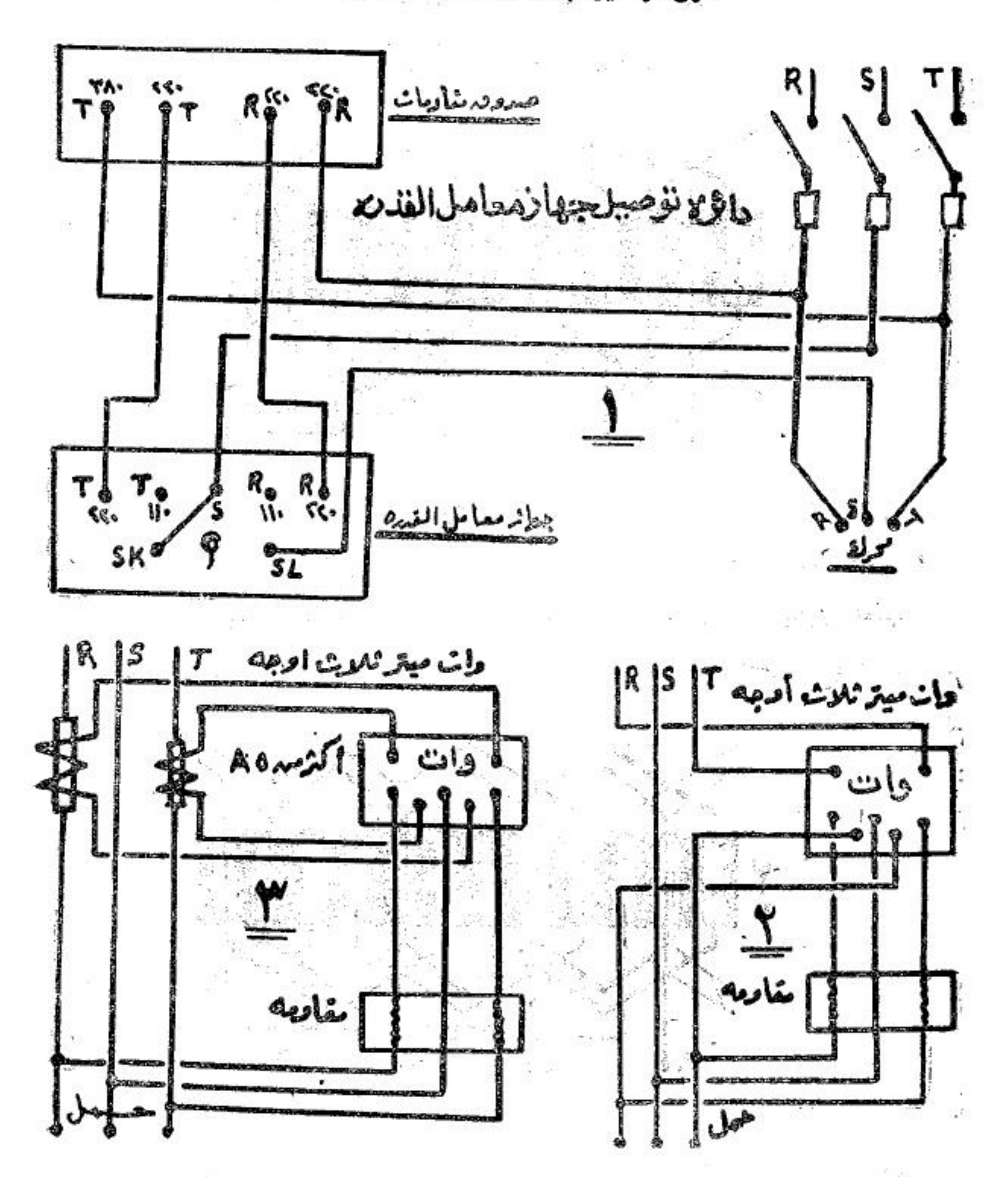
جدول معامل اللف لمحركات التيار المتغير الثلاث أوجه

الرقم الافقى (هو حاصل ضرب عدد مجارى الوجه تحت القطب فى عدد الدوائر)

الرقم الرأسى (هو عدد مجارى الوجه تحت القطب)

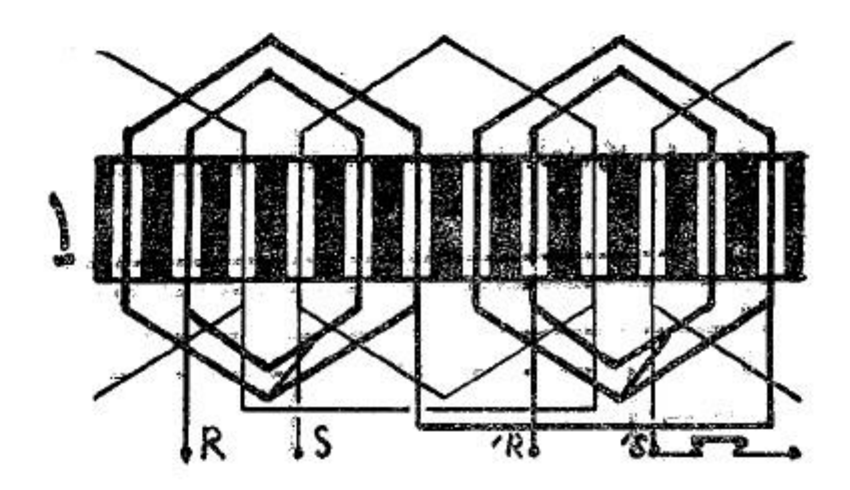
	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
١ ١/٥	٫٧٣٢	٫٩٢٤	٫٩٤٤	٫٧٨٣													
١ ١/٤	٫٧١١	٫٩١٠	٫٩٠١	٫٨٢٩													
١ ٢/٥		٫٨٦١	٫٩٥٣	٫٩١٣	٫٧٤٧												
١ ١/٢		٫٨٣٩	٫٩٤٥	٫٩٤٥	٫٨٣٩												
١ ٣/٥		٫٧٩٥	٫٩٢٣	٫٩٠٤	٫٨٨٣	٫٧١٨											
١ ٣/٤		٫٧٤٧	٫٨٩٠	٫٩٥٣	٫٩٢٢	٫٨٢٨											
١ ٤/٥		٫٧٣٢	٫٨٧٧	٫٩٤٩	٫٩٤١	٫٨٠٤	٫٦٩٥										
٢		٫٦٨٣	٫٨٣٧	٫٩٣٣	٫٩٦٦	٫٩٣٣	٫٨٣٧	٫٦٨٣									
٢ ١/٥			٫٧٧٨	٫٨٨٧	٫٩٤٦	٫٩٥١	٫٩٠٣	٫٨٠٤									
٢ ١/٤			٫٧٦٦	٫٨٧٧	٫٩٤١	٫٩٥٤	٫٩١٥	٫٨٢٧	٫٦٩٥								
٢ ٢/٥			٫٧٣٢	٫٨٤٧	٫٩٢٣	٫٩٥٤	٫٩٤١	٫٨٨٣	٫٧٨٢								
٢ ١/٢			٫٧١١	٫٨٢٩	٫٩١٠	٫٩٥١	٫٩٥١	٫٩١٠	٫٨٢٩	٫٧١١							
٢ ٣/٥			٫٦٨٩	٫٨٠٧	٫٨٩٣	٫٩٤٢	٫٩٥٤	٫٩٢٧	٫٨٦٣	٫٧٦٤							
٢ ٣/٤				٫٧٧٨	٫٨٦٩	٫٩٢٨	٫٩٥٤	٫٩٤٦	٫٩٠٣	٫٨٢٧	٫٧٢٢						
٢ ٤/٥				٫٧٦٩	٫٨٦١	٫٩٢٣	٫٩٥١	٫٩٤٩	٫٩١٣	٫٨٤٤	٫٧٤٧						
٣				٫٧٣٥	٫٨٣٦	٫٩٠٢	٫٩٤٣	٫٩٦٠	٫٩٤٥	٫٩٠٢	٫٨٣٦	٫٧٣٥					
٣ ١/٥				٫٦٩٧	٫٧٩٤	٫٨٧٠	٫٩٢٨	٫٩٥١	٫٩٥٣	٫٩٣٠	٫٨٨٢	٫٨١١	٫٧١٨				
٣ ١/٤				٫٦٨٩	٫٧٨٦	٫٨٦٣	٫٩٢٣	٫٩٤٨	٫٩٥٤	٫٩٣٦	٫٩١٢	٫٨٢٧	٫٧٤٠				
٣ ٢/٥					٫٧٦٢	٫٨٤٤	٫٩١٧	٫٩٣٩	٫٩٥٥	٫٩٤٨	٫٩١٩	٫٨٦٨	٫٧٩٦	٫٧٠٦			
٣ ١/٢					٫٧٤٧	٫٨٢٨	٫٩٠١	٫٩٣٢	٫٩٥٣	٫٩٥٣	٫٩٣٢	٫٨٩٠	٫٨٢٨	٫٧٤٧			
٣ ٣/٥					٫٧٣٢	٫٨١٣	٫٨٩٠	٫٩٢٣	٫٩٤٥	٫٩٥٥	٫٩٤١	٫٩٠٧	٫٨٥٣	٫٧٨٢	٫٦٩٥		
٣ ٣/٤					٫٧١٠	٫٧٩٢	٫٨٧٧	٫٩٠٨	٫٩٤١	٫٩٥٥	٫٩٥٠	٫٩٢٧	٫٨٨٦	٫٨٢٧	٫٧٥٣		
٣ ٤/٥					٫٧٠٣	٫٧٨٥	٫٨٥٩	٫٩٠٣	٫٩٣٧	٫٩٥٤	٫٩٥٤	٫٩٣٢	٫٨٩٤	٫٨٤٠	٫٧٧٠	٫٦٨٥	
٤					٫٦٧٧	٫٧٦٠	٫٨٥٢	٫٨٨٥	٫٩٢٥	٫٩٤٩	٫٩٥٨	٫٩٤٩	٫٩٢٥	٫٨٨٥	٫٨٢٩	٫٧٦٦	٫٦٧٧
٤ ١/٤						٫٧٢٥	٫٨٢٩	٫٨٥٥	٫٩٠١	٫٩٣٣	٫٩٥٣	٫٩٥٥	٫٩٤٤	٫٩١٩	٫٨٨٠	٫٨٢٧	٫٧٦٢
٤ ١/٢						٫٦٩٥	٫٧٩٦	٫٨٢٧	٫٨٧٧	٫٩١٥	٫٩٤١	٫٩٥٤	٫٩٥٤	٫٩٤١	٫٩١٥	٫٨٧٧	٫٨٢٧
٤ ٣/٤							٫٧٦٦	٫٨٠٠	٫٨٥٢	٫٨٩٤	٫٩٢٦	٫٩٤٦	٫٩٥٥	٫٩٥١	٫٩٣٣	٫٩١٢	٫٨٧٥
٥							٫٧٣٧	٫٧٧٤	٫٨٢٩	٫٨٧٤	٫٩١٠	٫٩٣٦	٫٩٥١	٫٩٥٧	٫٩٥١	٫٩٣٦	٫٩١٠
٦							٫٧١١	٫٦٧٦	٫٧٣٢	٫٧٨٣	٫٨٢٨	٫٨٦٧	٫٨٩٨	٫٩٢٤	٫٩٤٢	٫٩٥٣	٫٩٥٦

طرق توصيل جهاز وات ميتر ومعامل القدرة

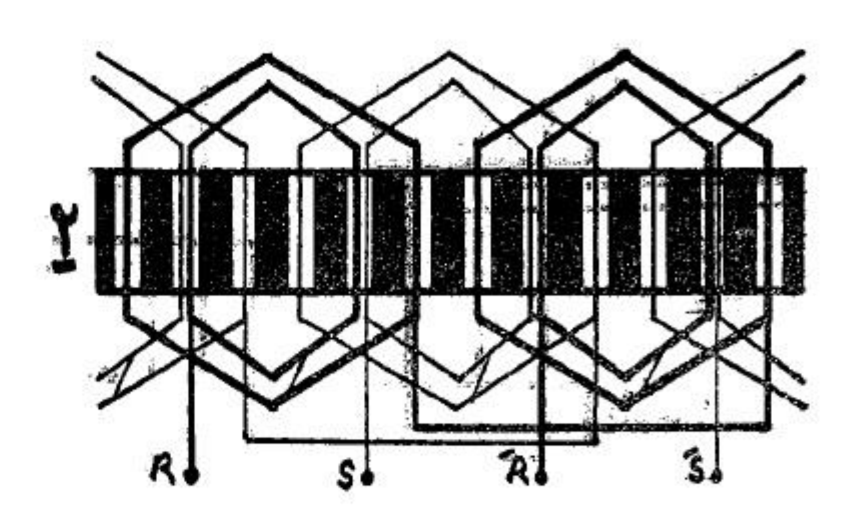


انفرادات لف محركات الوجه الواحد

المزودة بمفتاح طرد مركزى



محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف متداخلة (١—٤—٦) تشغيل (١ — ٦) تقويم عدد مجارى قطب التشغيل ٤ مجرى عدد مجارى قطب التقويم ٢ مجرى خطوة الملف الأصـــغر تشـــغيل = مجارى قطب التقويم + ٢ = ٢ + ٢ = ٤ مجرى والملف الثانى = ٤ + ٢ = ٦ مجرى .



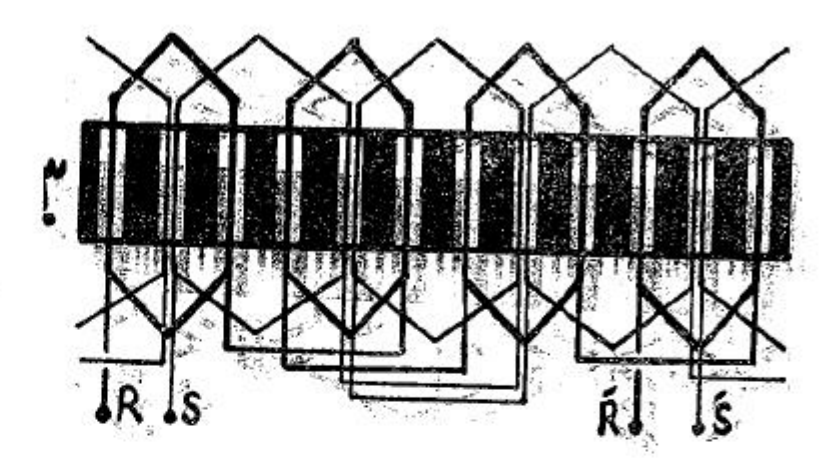
محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٤ — ٦) لكل من التشغيل والتقويم .

هذا المحرك يشـــترك التقويم مع التشـــغيل فى مجرى تحت كل قطب

محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٣) تشغيل (١ — ٤) تقويم .

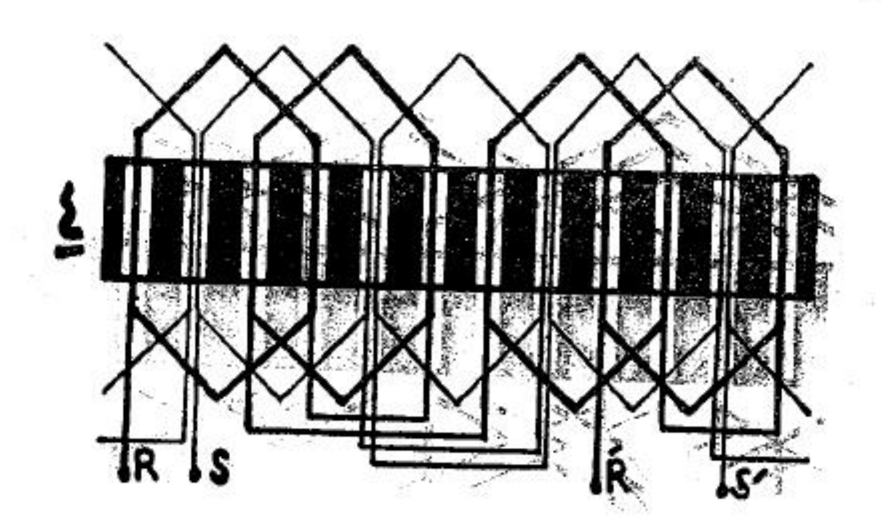
عدد مجارى قطب التشغيل ٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم واحد مجرى



محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٤) لكل من التشغيل والتقويم .

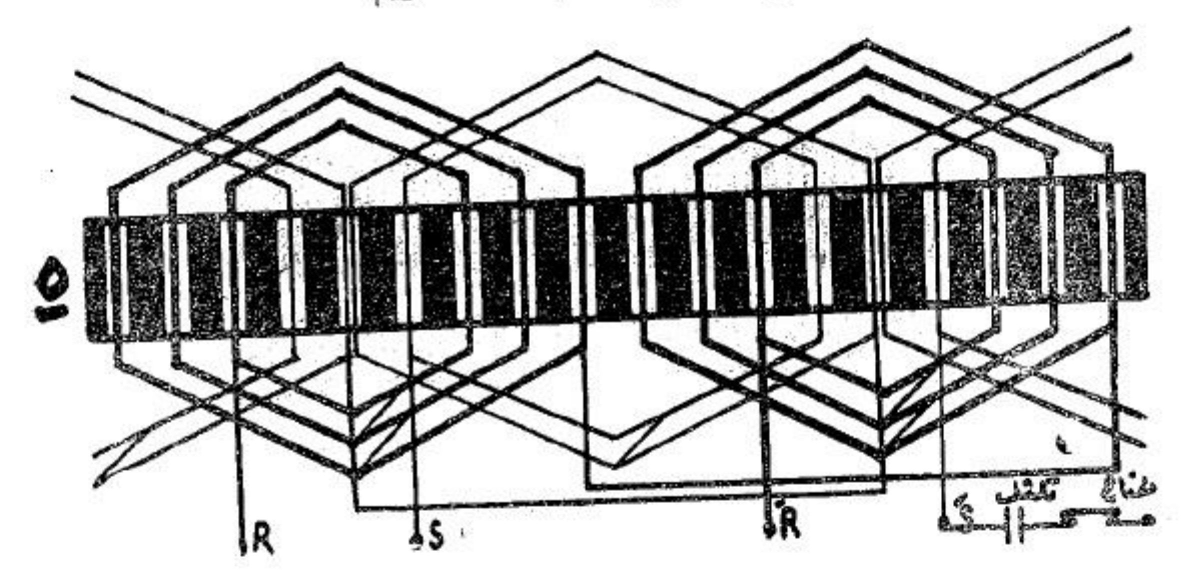
هذا المحرك تم تعديل خطوة التشغيل من (١ — ٣) الى (١ — ٤) اصالح اللف .



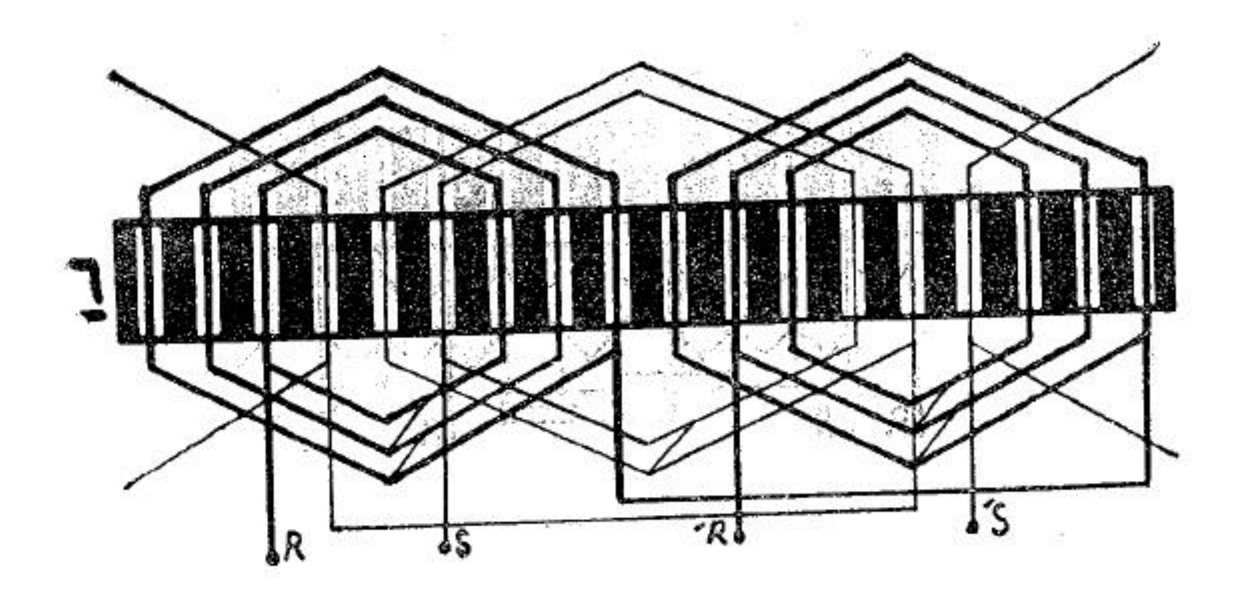
محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٢ قطب خطوة التشغيل

(٥ — ٧ — ٩) خطوة التقويم (٨ — ١٠)

على أساس ملف ونصف للتقويم

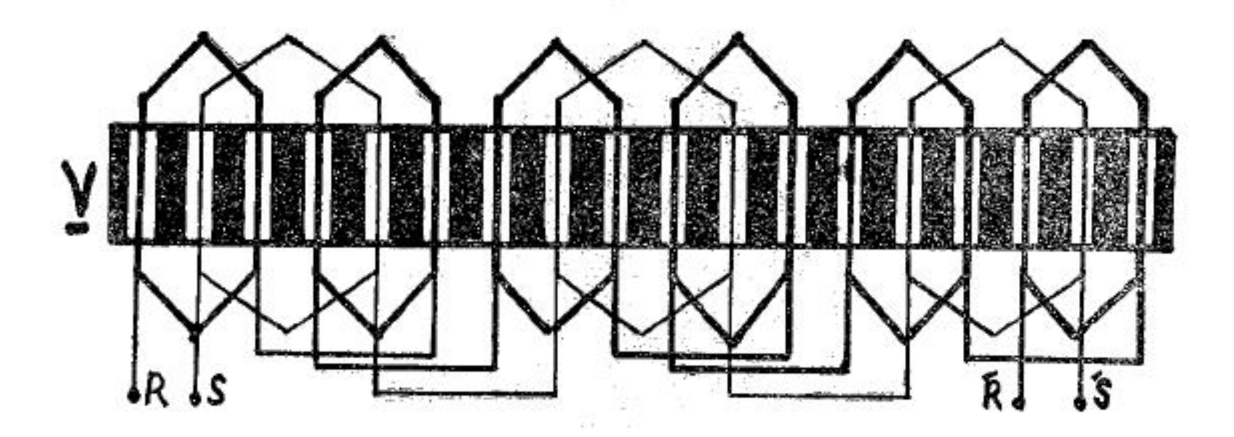


يختلف هذا المحرك عن سابقة فى توزيـــع ملفات التقويم بحيث يكون ملفين فى اتجاه وملف فى اتجاه وعلى هذا تكون خطوة التشغيل (٥—٧—٩) والتقويم ملفين (٨ — ١٠) وملف (١ — ٨) .



محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٦ قطب خطوة التشغيل (١ — ٣)

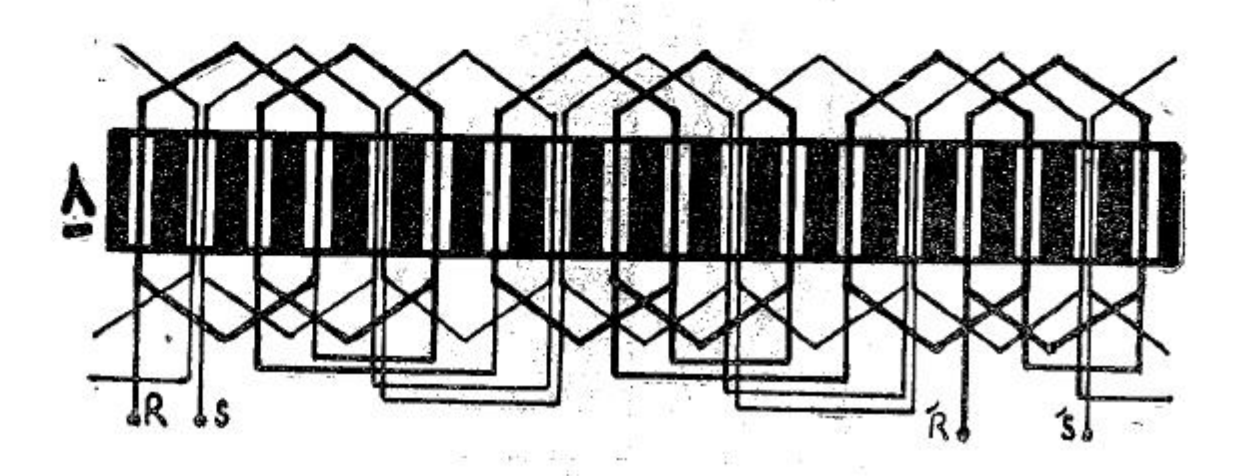
خطوة التقويم (١ — ٤)



فى هذا المحرك تم تعديل خطوة التشغيل من (١ — ٣)

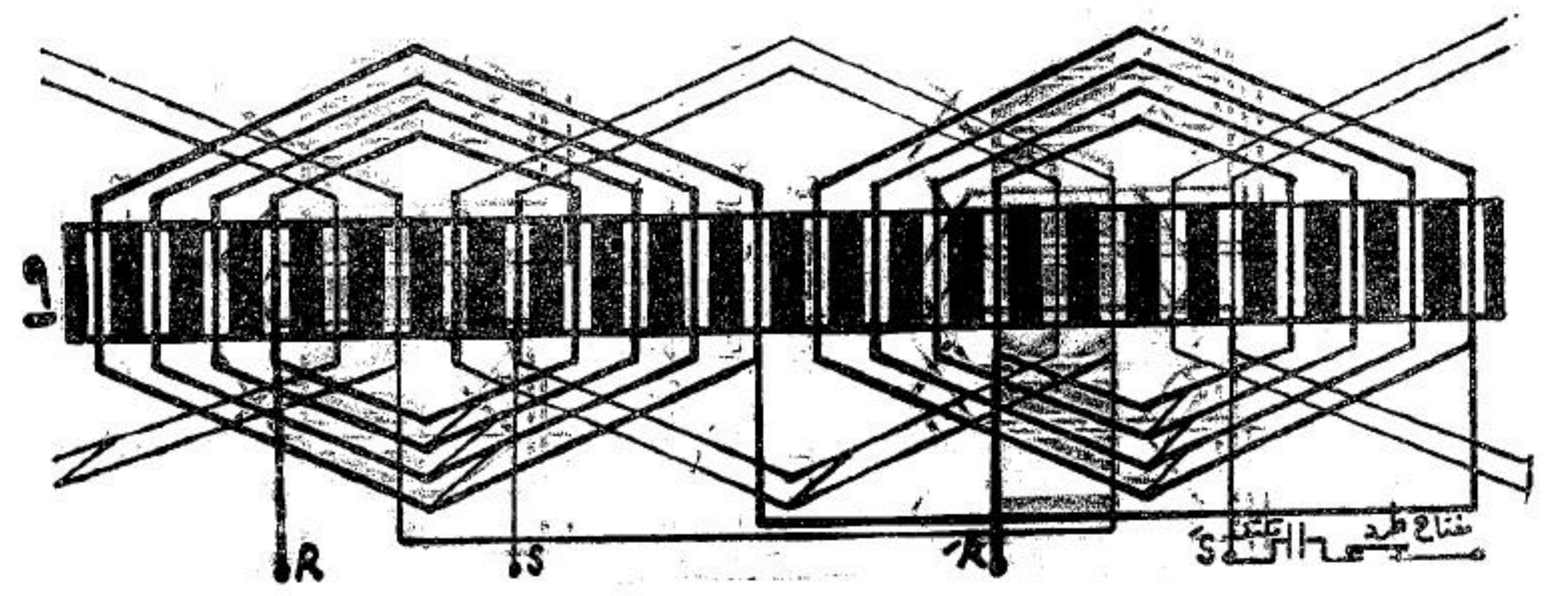
الى (١ — ٤) مع ثبات خطوة التقويم (١ — ٤)

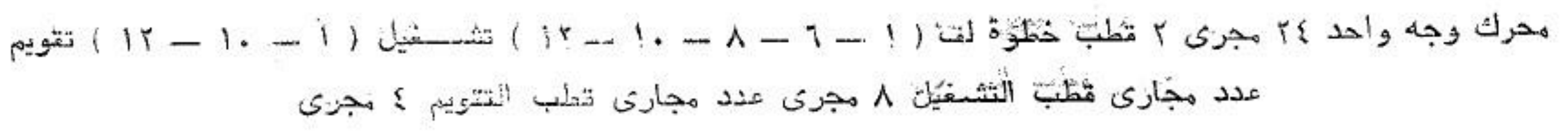
على أساس التقويم جانبين فى المجرى



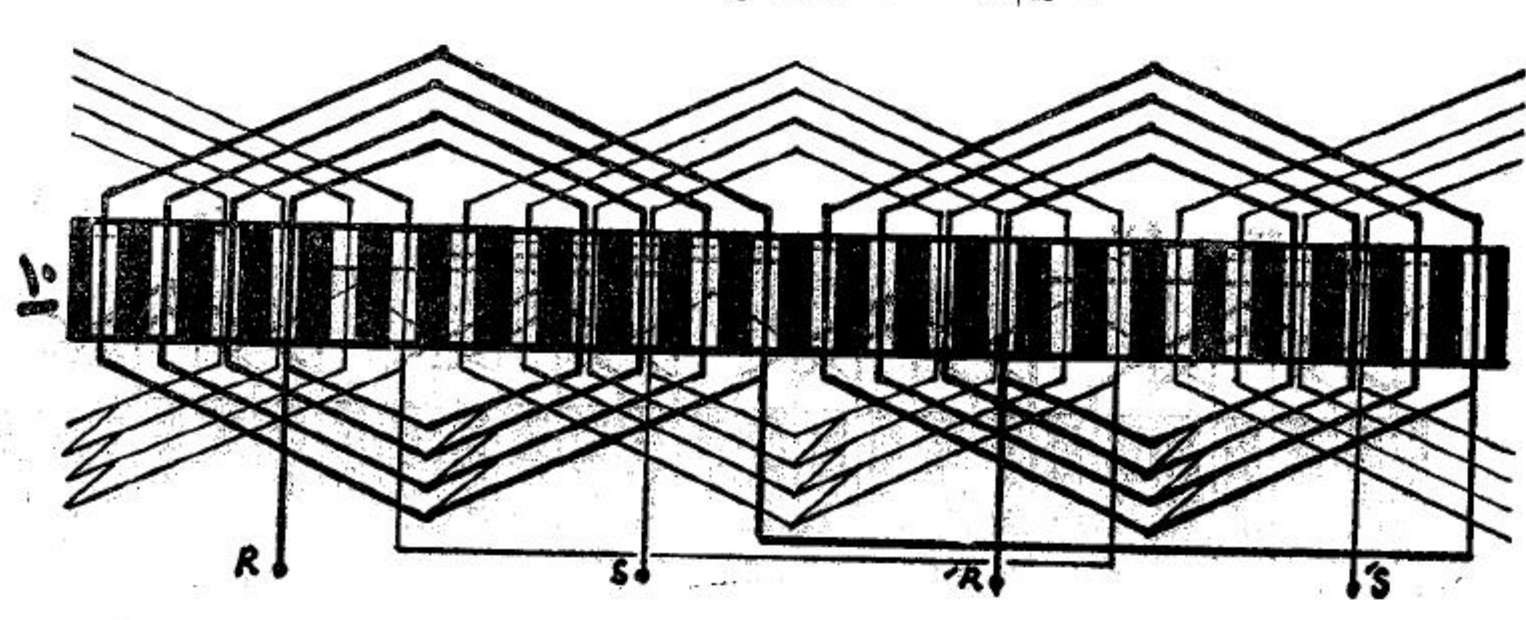
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٦ — ٨ — ١٠ — ١٢) تشغيل (١ — ١٠ — ١٢) تقويم

عدد مجارى قطب التشغيل ٨ مجرى عدد مجارى قطب التقويم ٤ مجرى



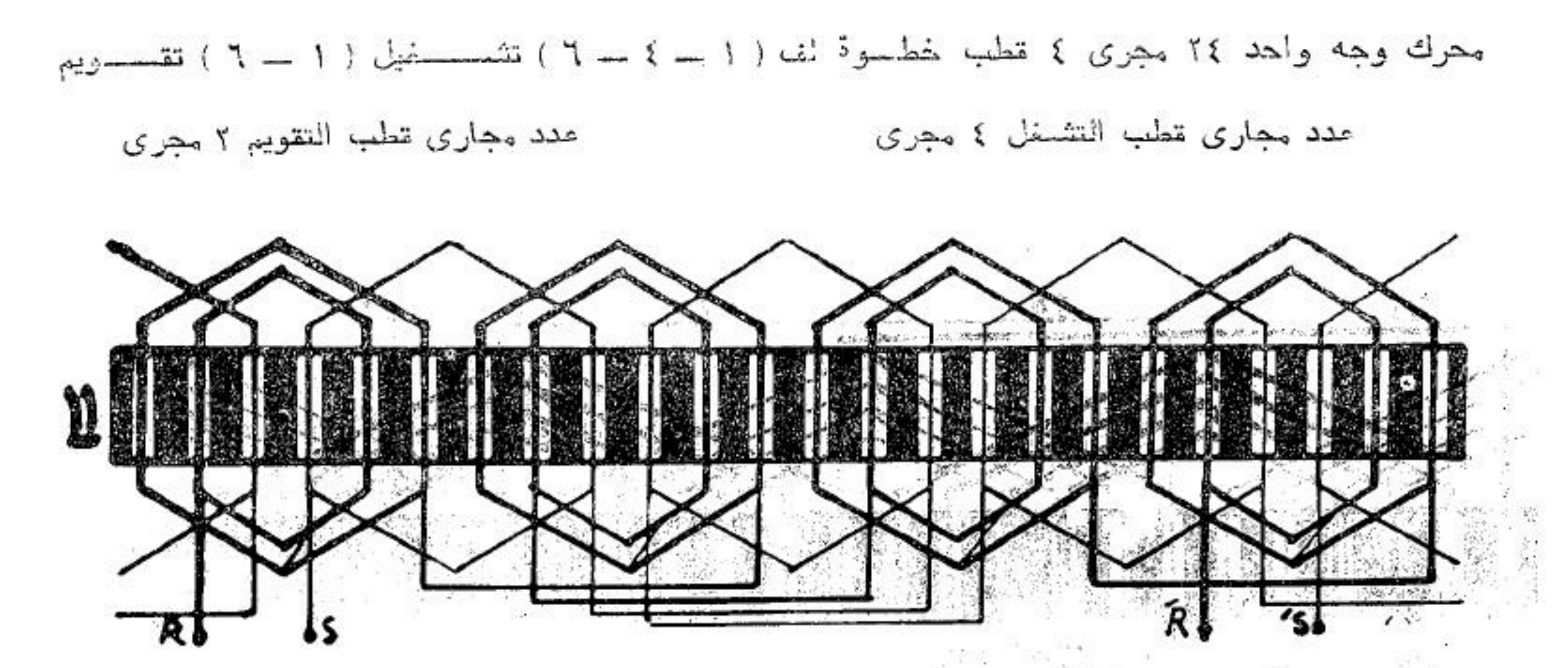


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٦ — ٨ — ١٠ — ١٢) لكل من التشغيل والتقويم مع اشراك التقويم فى عدد ٢ مجرى مع التشغيل تحت كل قطب



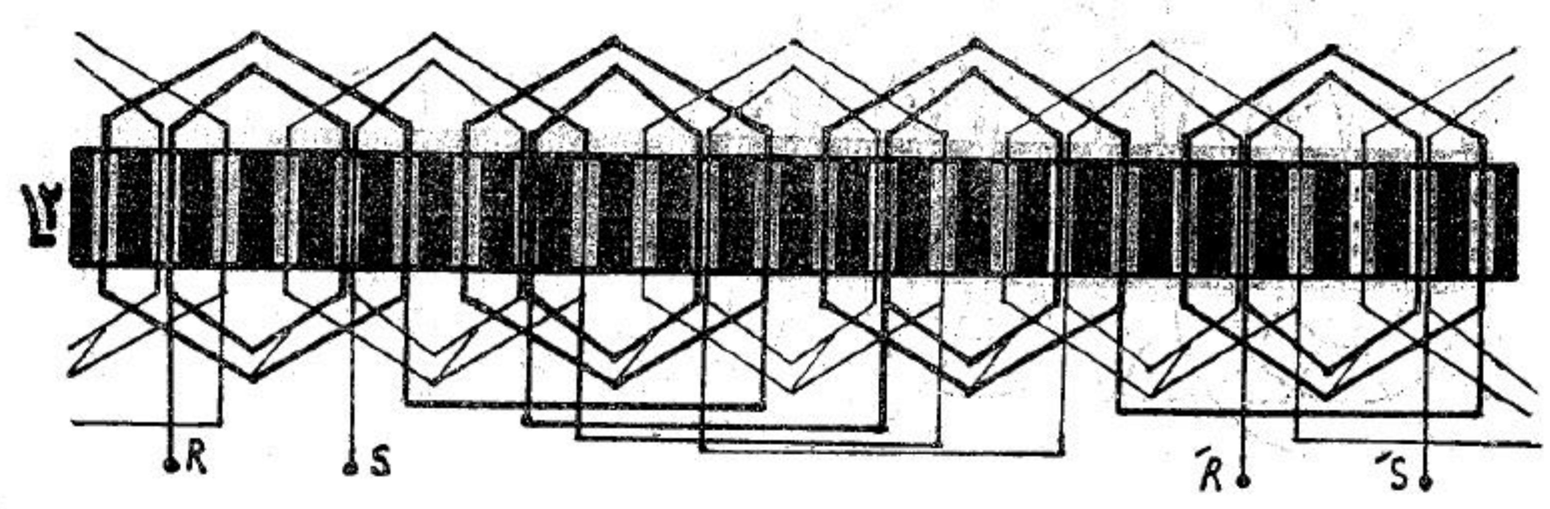
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٤ — ٦) تشغيل (١ — ٦) تقويم

عدد مجارى قطب التشغيل ٤ مجرى　　　　عدد مجارى قطب التقويم ٢ مجرى

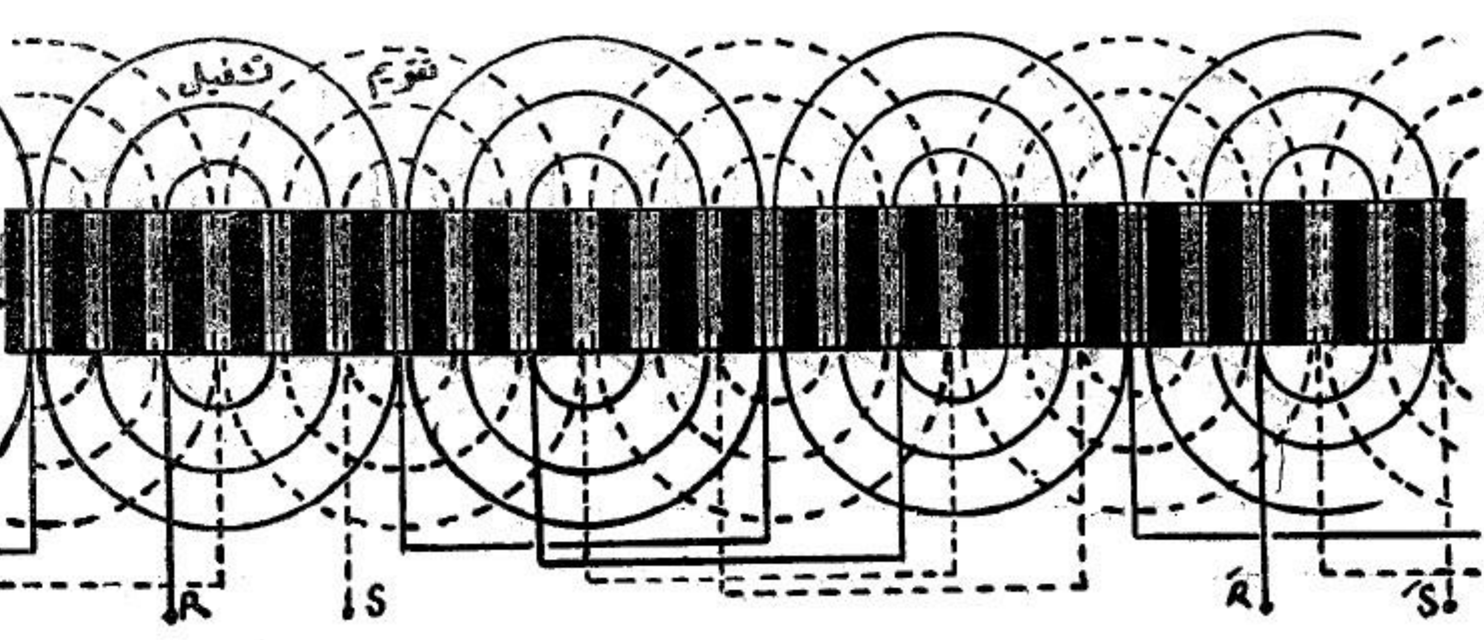


محركً وجه واحد ٢٤ مجـــرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٤ — ٦) لكل من التشـــغيل والتقويم

فى هذا المحرك يشترك التقويم مع التشغيل فى مجرى واحدة تحت كل قطب والتقسيم على أساس التشغيل ¾ والتقويم ¼ مجارى المحـــرك ثم اضافة مجرى للتقويم مســـتركة مع التشـــغيل

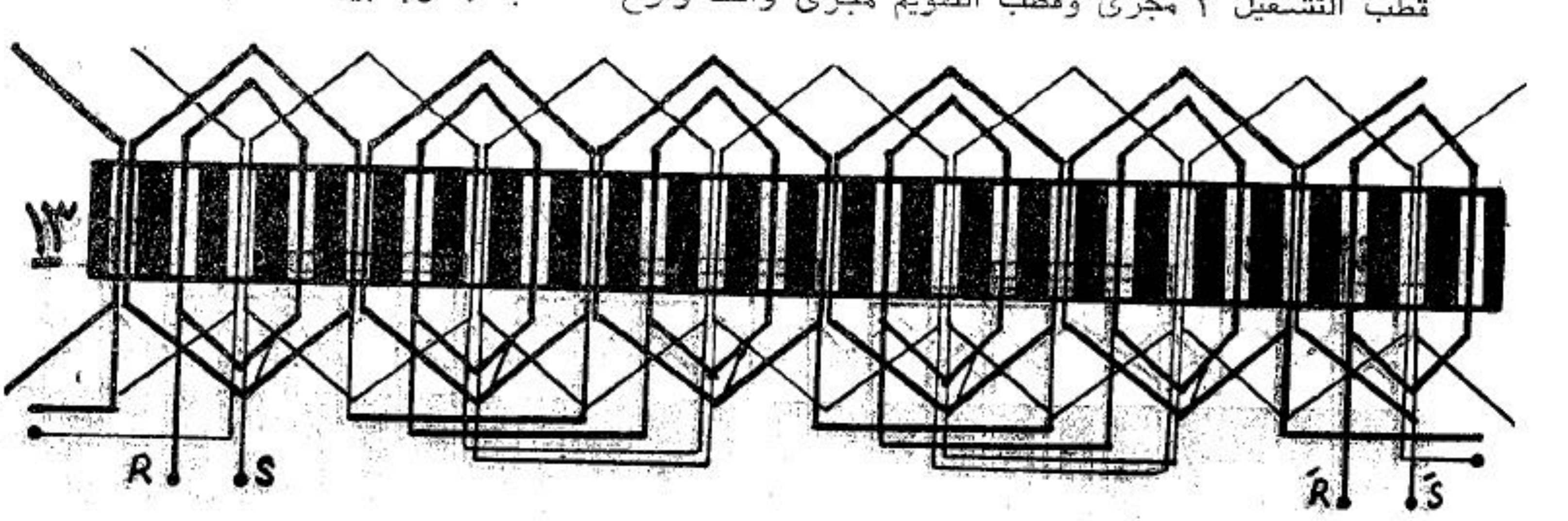


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ اقطاب لم يراعى فى هذا المحرك التشــغيل ٢/٣ والتقويم ١/٣ ولكن عدل قطب التشغيل من ٤ مجارى الى ٥ مجارى وقطب التقويم من ٢ مجرى الى مجرى واحدة مع تعويض التقويم باشراك ملفين مع ملفات التشــــغيل تحت كل قطب



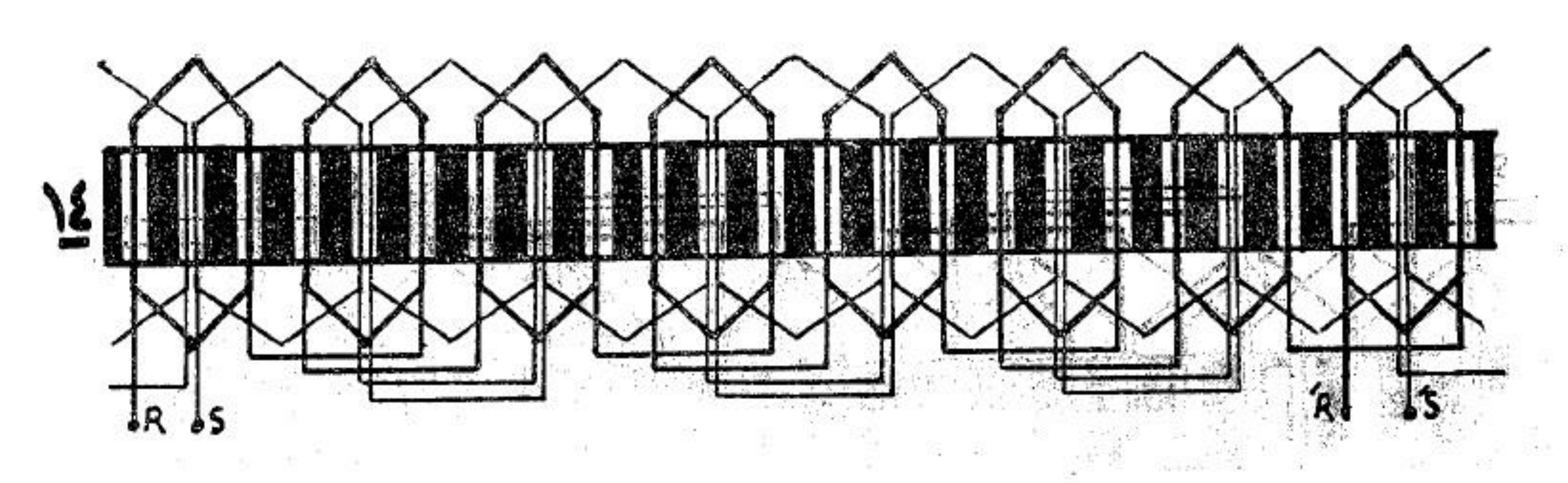
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ قطب خطوة التشغيل (٣ — ٥) والتقويم (١ — ٥)

فى هذا المحرك تم تعديل عدد مجارى التشغيل من ١٦ مجرى الى ١٨ مجرى والتقويم من ٨ مجرى الى ٦ مجرى قطب التشغيل ٣ مجرى وقطب التقويم مجرى واحد ونوع اللف جانب وجانبين فى المجرى



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٨ قطب خطوة التشغيل

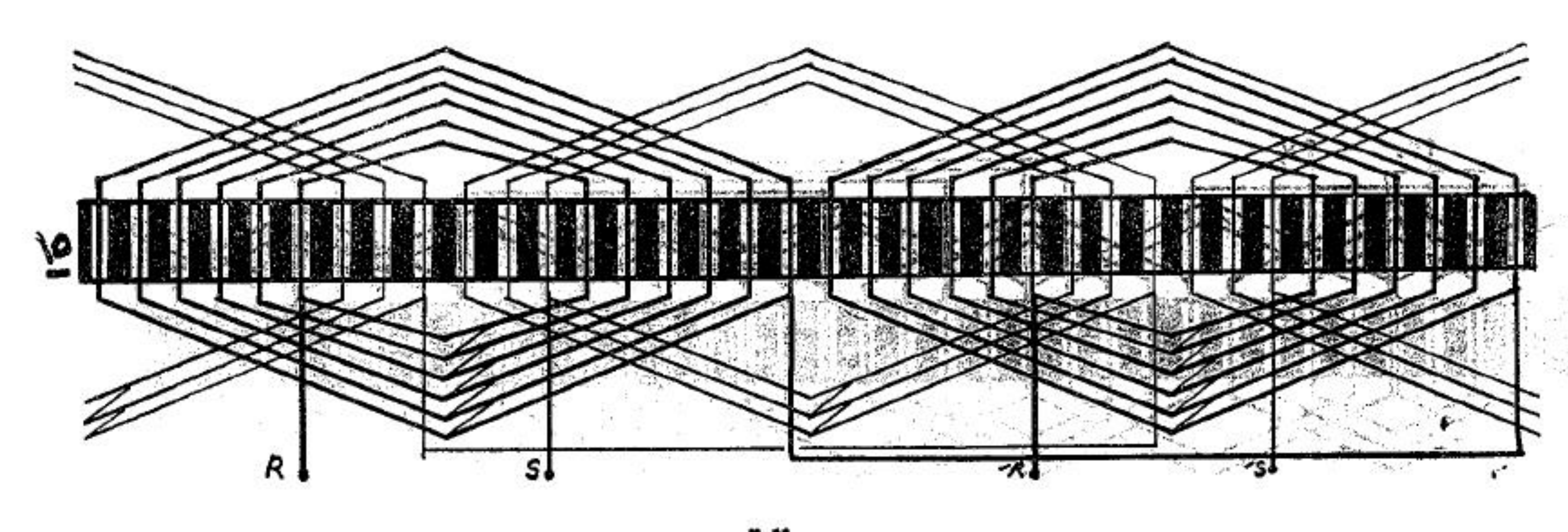
(١ — ٣) خطوة التقويم (١ — ٤) جانبين فى المجرى



محرك وجه واحد ٣٦ مجـرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٨ — ١٠ — ١٢ — ١٤ — ١٦ — ١٨)

تشـغيل (١ — ١٤ — ١٦ — ١٨) تقويم

عدد مجارى قطب التشغل ١٢ مجرى   عدد مجارى قط بالتقويم ٦ مجرى



التقسـيم

عدد مجارى التشغيل = ٣٦ × $\frac{٢}{٣}$ = ٢٤ مجرى   عدد مجارى التقويم = ٣٦ × $\frac{١}{٣}$ = ١٢ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى   عدد مجارى قطب التقويم = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

خطوة الملف الأصغر للتشغيل = عدد مجارى قطب التقويم + ٢

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٥ — ٧ — ٩) تشغيل (١ — ٨ — ١٠) تقويم على أساس الملف الكبير تقويم أنصاف والصغير كامل

عدد مجارى قطب التشغيل ٦ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم ٣ مجرى

التقسيم بطريقة القطب الكامل

عدد مجارى القطب الكامل = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٩ × ١/٣ = ٣ مجرى ∴ عدد مجارى قطب التشغيل = ٩ × ٢/٣ = ٦

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ ــ ٤ ــ ٦) تشغيل (١ ــ ٦) تقويم

عدد مجارى قطب التشغيل ٤ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم ٢ مجرى

١٧

R S R' S'

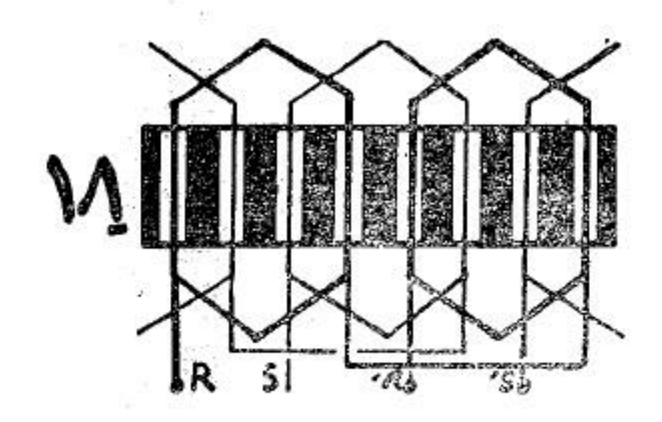
انفرادات لف محركات الوجه الواحد

الغير مزودة بمفتاح طرد مركزى

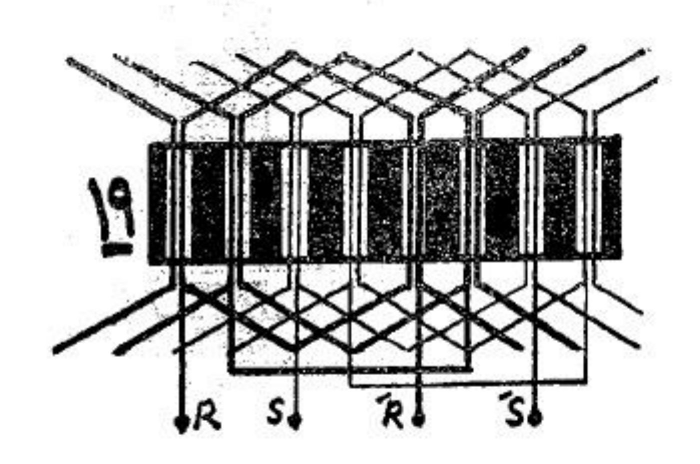
هذا النوع من المحركات لابد تزويده بمكثف مناسب .

محرك وجه واحد ٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٤) تشـــغيل وتقويم ثابتة جناحين .

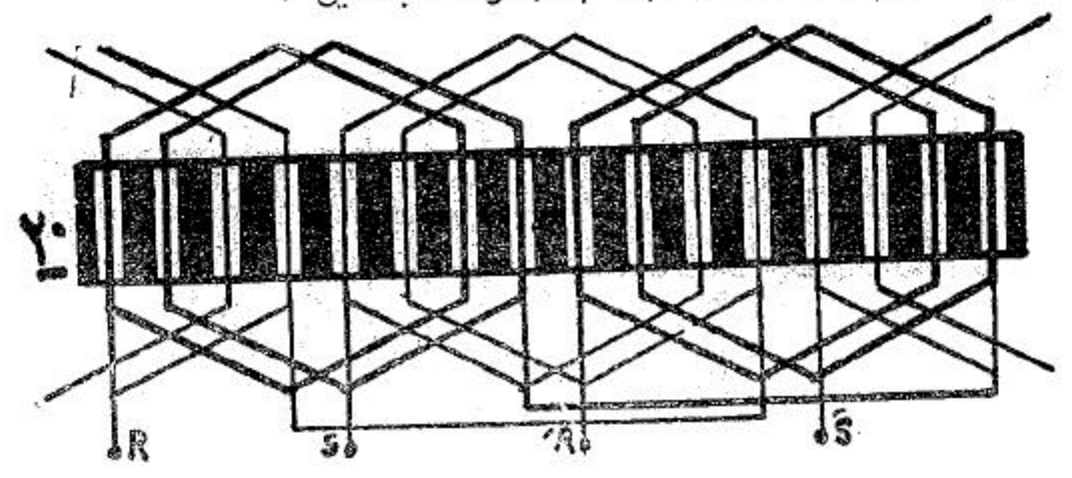
عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٢ مجرى .



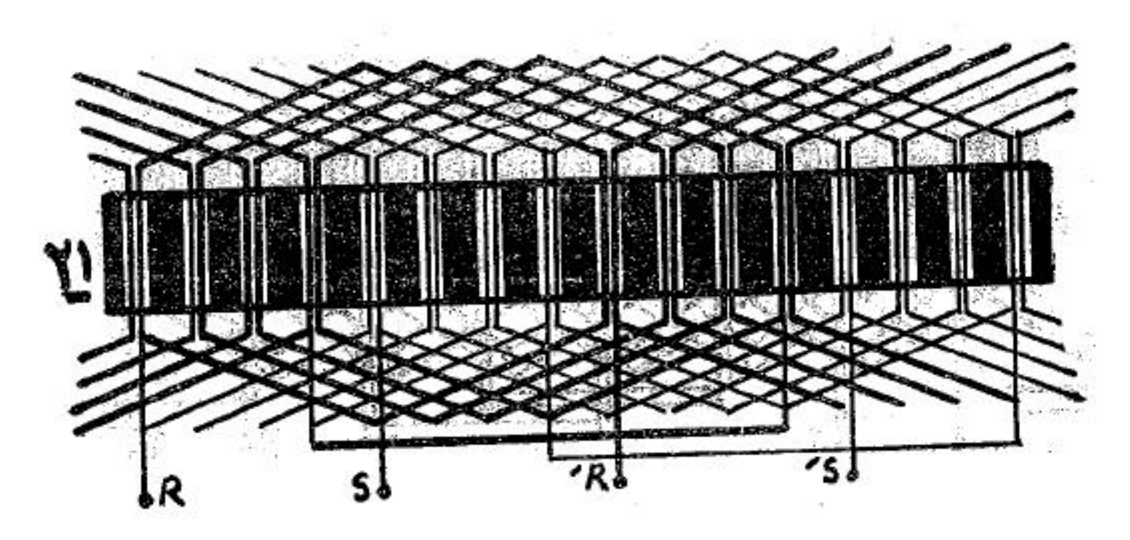
محرك وجه واحد ٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٥) تشـــغيل وتقويم ثابته جانبين فى المجرى .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٢ قطب خطوة التشــغيل (١ — ٧) خطوة التقويم (١ — ٧) ثابتة جانب واحد جناحين .



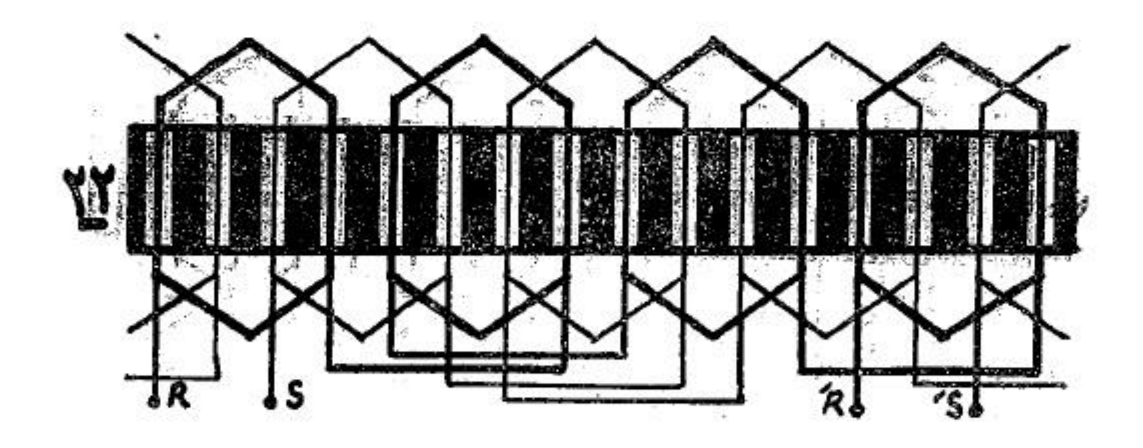
محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف التشــغيل والتقويم (١ — ٩) ثابتة جانبين فى المجرى .



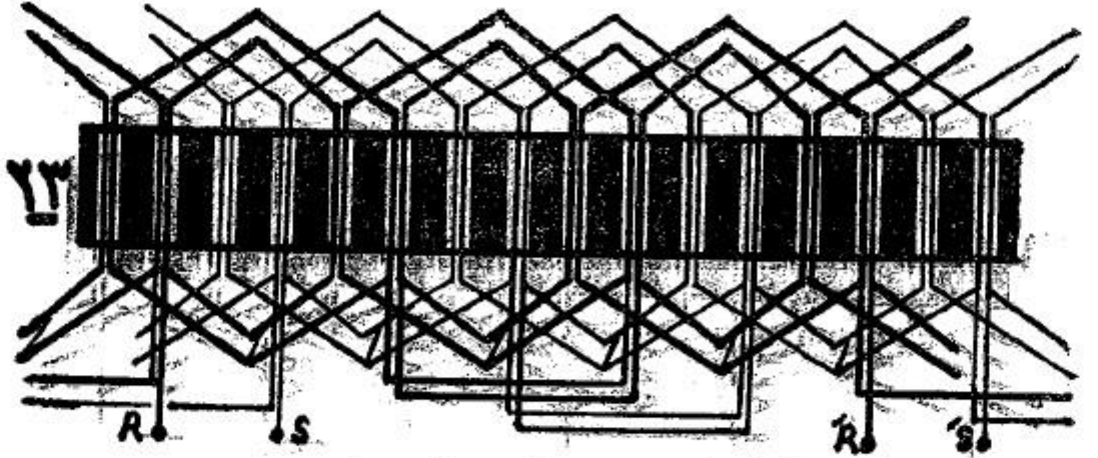
عدد مجارى التشغيل أو التقويم = ١٦ ÷ ٢ = ٨ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل أو التقويم = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجرى

محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٤ قطب خطـوة التشـــغيل والتقويم (١ ـــ ٤) ثابتة جانب واحد جناحين .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٤ قطب خطـوة التشـــغيل والتقويم (١ ـــ ٤ ـــ ٦) متداخلة جانبين فى المجرى .



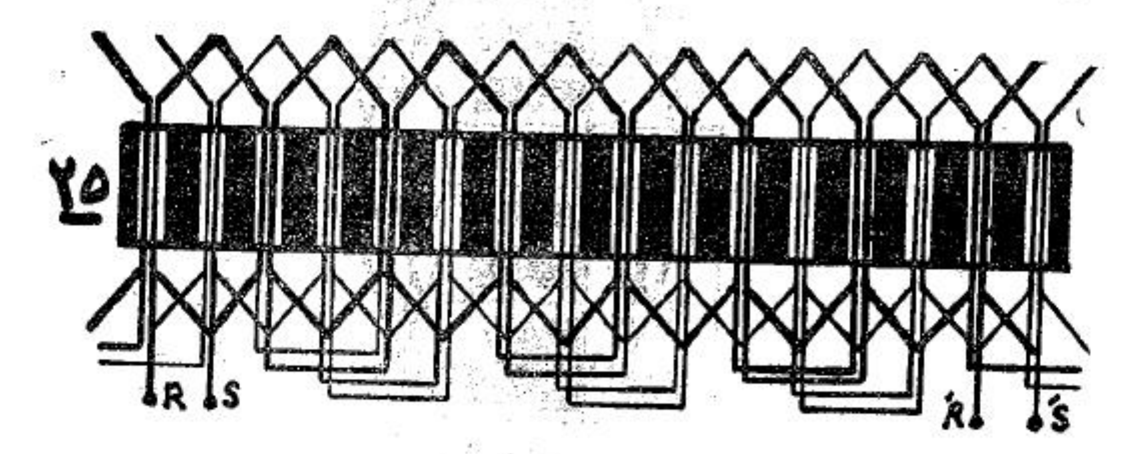
عدد مجارى التشغيل أو التقويم = ١٦ ÷ ٢ = ٨ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل او التقويم = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

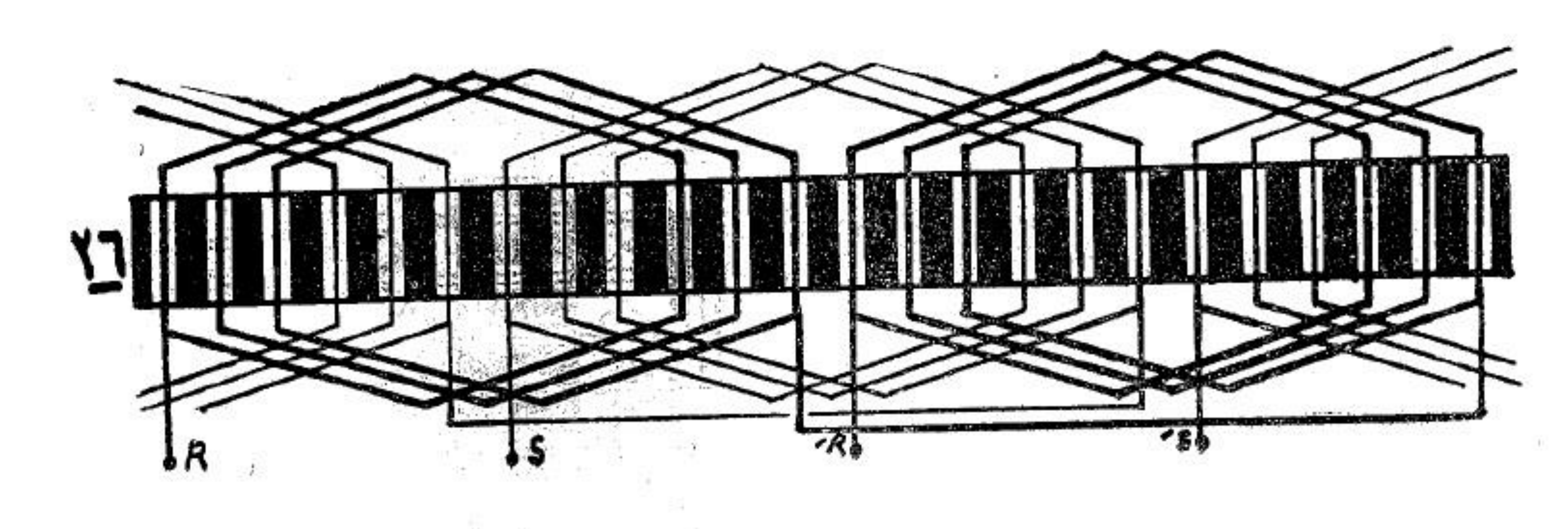
خطوة الملف الأصغر = عدد مجارى القطب + ٢ = ٢ + ٢ = ٤

محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٨ قطب خطوة لف التشـغيل والتقويم (١ ــ ٣) ثابتة جانبين فى المجرى .

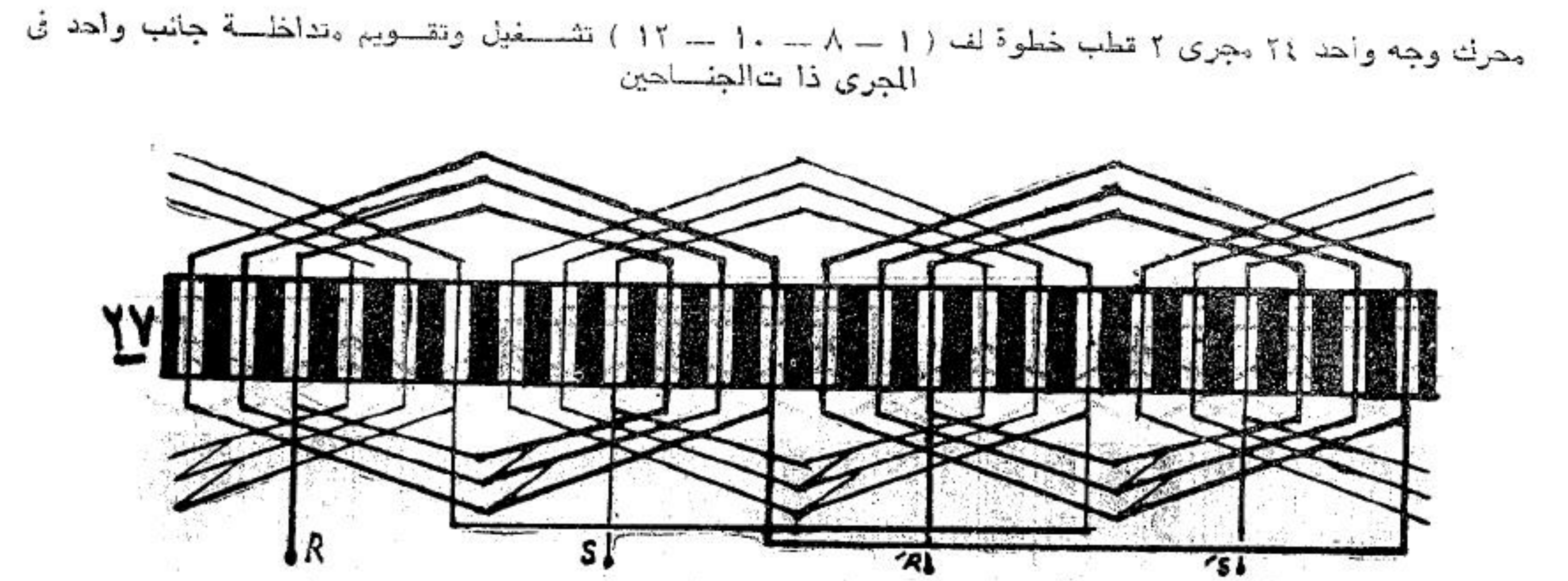
لاحظ أن توصيل الملفات فى هذا الرسم عادى نهاية مع نهاية وبداية مع بداية .



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطو لف التشغيل والتقويم (١ — ١٠) ثابتة جانب واحد جناحين
عدد مجارى كل من التشغيل والتقويم ٦ مجرى للقطب

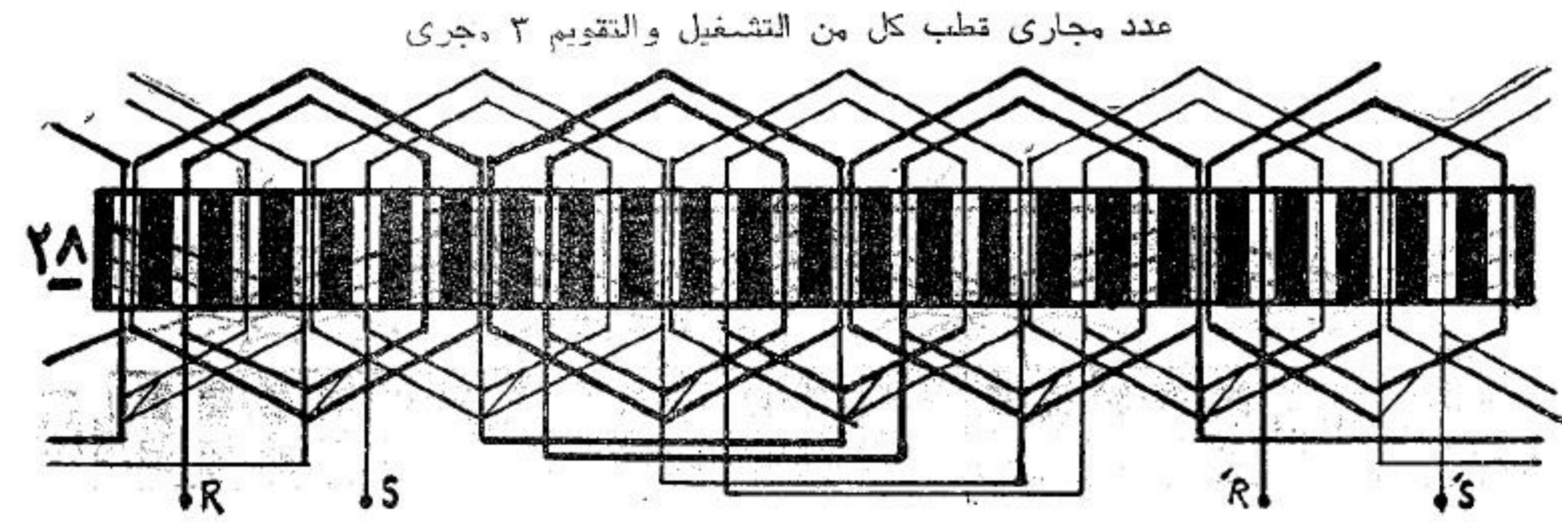


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٨ — ١٠ — ١٢) تشغيل وتقويم متداخلة جانب واحد فى المجرى ذا تالجناحين



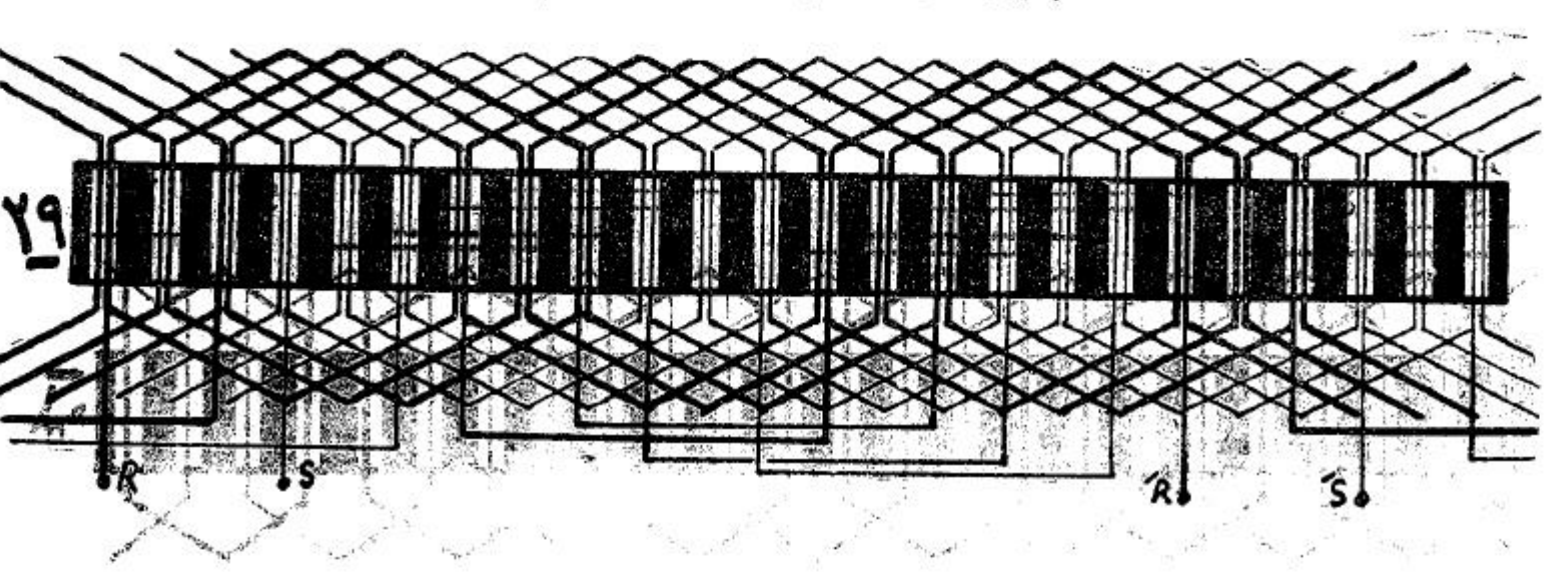
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ ــ ٥ ــ ٧) تشغيل وتقويم متداخلة ذات الجناحين على أساس الملف الأصغر كامل جانب واحد والملف الأكبر نصف جانبين فى المجرى

عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٣ مجرى

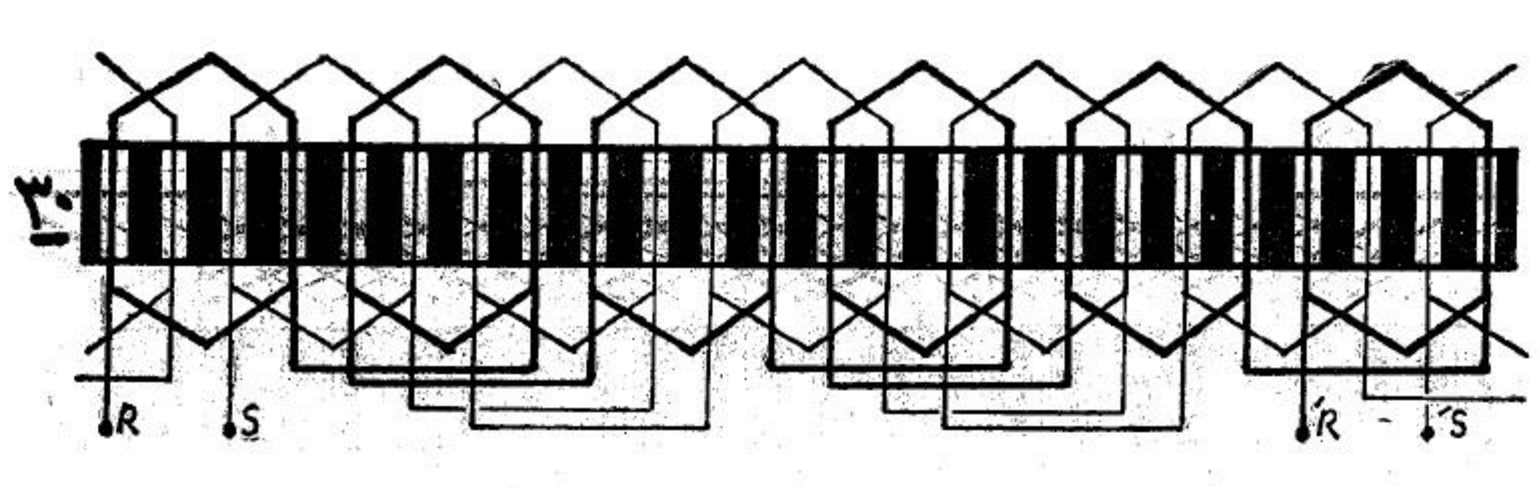


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٧) تشغيل وتقويم
ثابتة جانبين فى المجرى

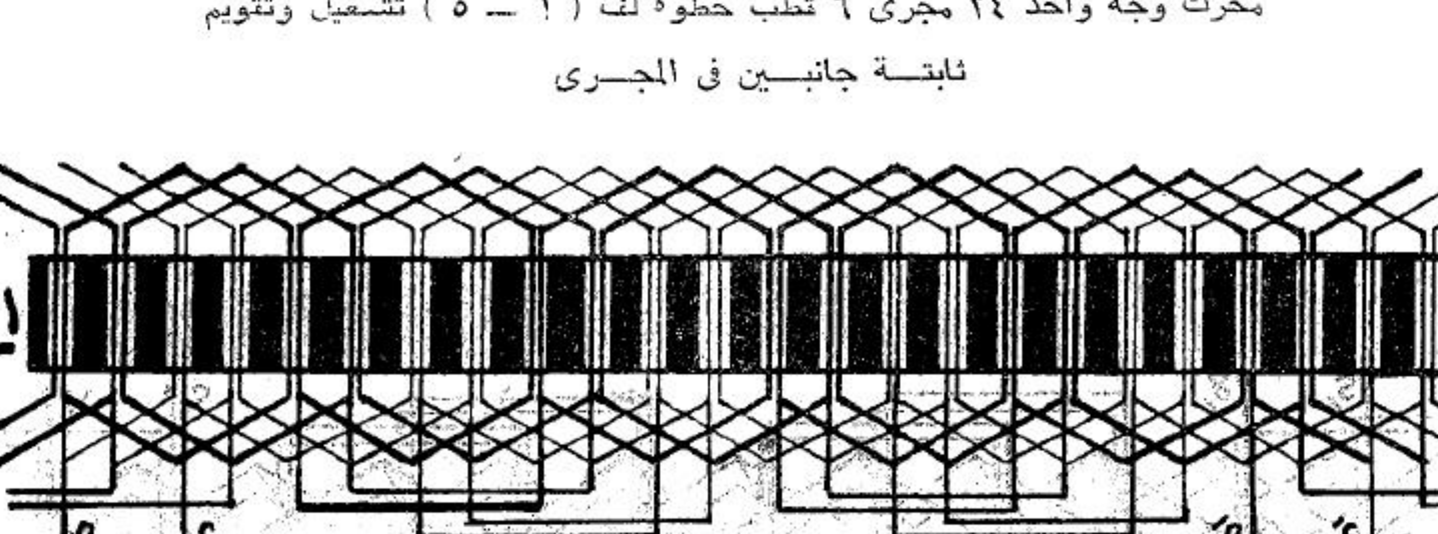
عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٣ مجرى



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ — ٤) تشغيل وتقويم
ثابتة جانب واحد فى المجرى ذات الجناحين
عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٢ مجرى



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ — ٥) تشغيل وتقويم
ثابتة جانبين فى المجرى

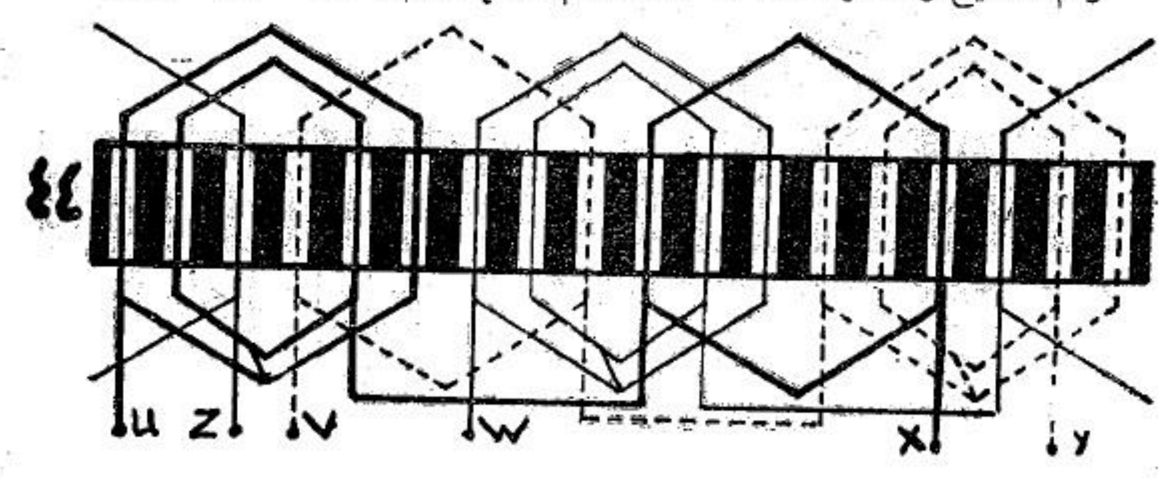


محرك شاذ له أكثر من طريقة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى خطوة لف على أساس
ملفين (٤ — ٦) وملف (١ — ٦) متداخلة جانب واحد

هذه الطريقة تستعمل عندما يكون عدد مجارى الوجه تحت القطب رقم صحيح والكسر نصف أما اذا كان ½ أو ¼ أو ¾ مثلا يستعمل الجدول .

٤٤



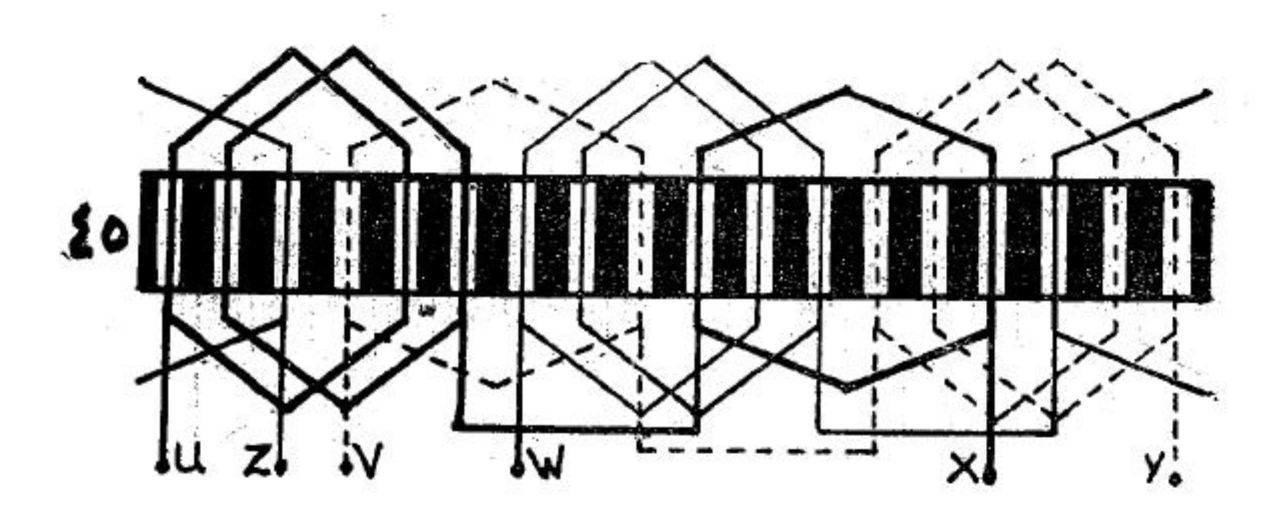
طريقـــة ثانيـــة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ قطب خطوة لف على أساس

ملفين (١ — ٥) وملف (١ — ٦) ثابتة جانب واحد

هذه طريقة أخرى للف المحرك استعملنا فيها الخطوة الثابتة بدلا من المتداخلـــة .

٤٥

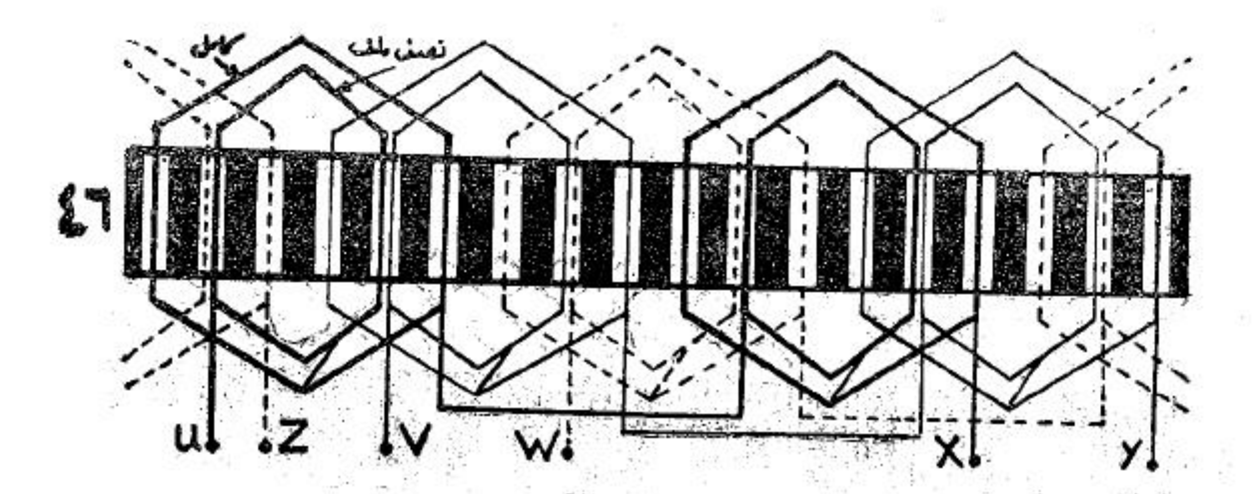


طريقـــة ثالثـــة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ قطب خطوة لف (٤ — ٦) متداخلة جانب وجانبين فى المجارى

استعملنا فى هذه الطريقة الخطوة المتداخلة ولكن بنوعية اخرى بحيث تكون المجموعتين لكل وجه عبارة عن ملفين وليس ملفين وملف كما سبق وتنفيذ هذه الطريقة يكون على أساس الملف الأصغر نصف ملف والملف الأكبر ملف كامل من حيث عدد اللفات امر الذى يترتب عليه تواجد جانب ملف فى مجرى وجانبين فى مجرى .

استعمل فى لف المحرك سلك ٢٥ر٠ مم لفات الملف جانب واحد ٢٥٠ لفة ٤ قطب مع مراعاة حالة الملف النصف فى هذه الطريقة من حيث عدد لفاته .



طريقـــة رابعـــة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ ـــ ٥)

ثابتة جانبين فى المجرى

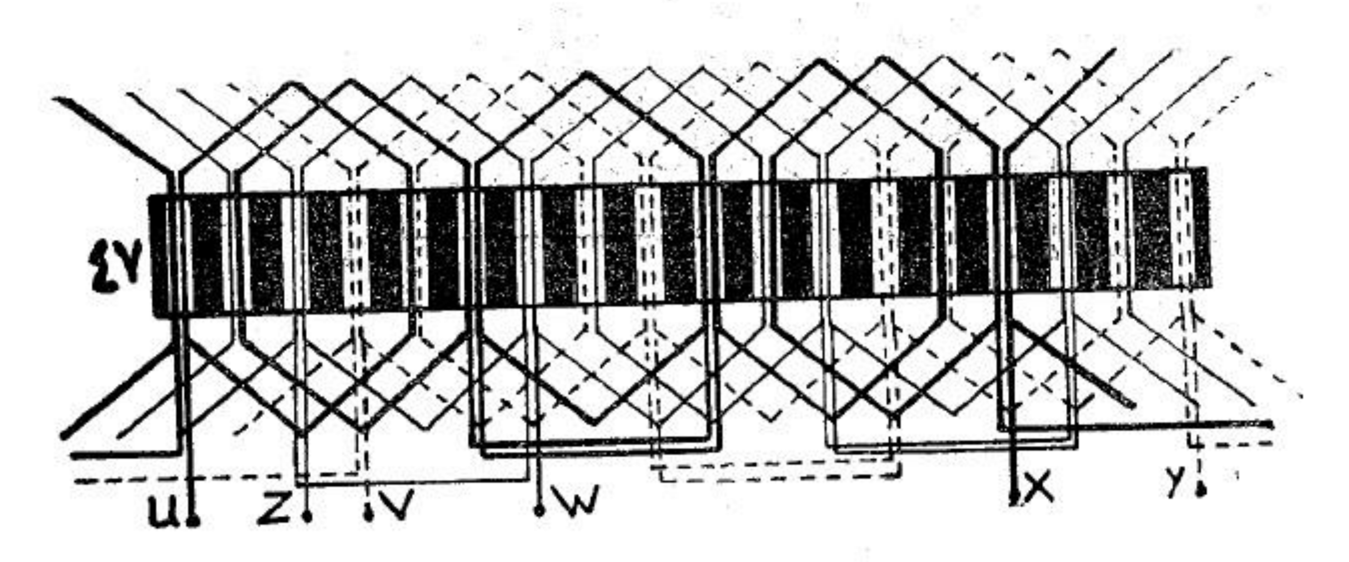
فى هذه الطريقة استعملنا الخطوة الثابتة ولكن اسقاط الملفات على أساس استعمال الجدول مع مراعاة ترتيب اوجه (الأول ـــ آخر الثالث ـــ أول الثانى) .

يعدل عدد ملفات الوجه تحت القطب من ١½ مجرى الى ٢ مجرى ثم واحد مجرى وعلى هذا يكون الترتيب كالآتى :

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤
الوجه الأول	٢	١	٢	١
الوجه الثالث	٢	١	٢	١
الوجه الثانى	٢	١	٢	١

ترتيب الاسقاط

اســـقاط أول الأول ملفـــين ثم اسقاط آخر الثالث ملف ثم اسقاط أول الثانى ملفين وهكذا يســـتمر الاسقاط حسب الجدول .

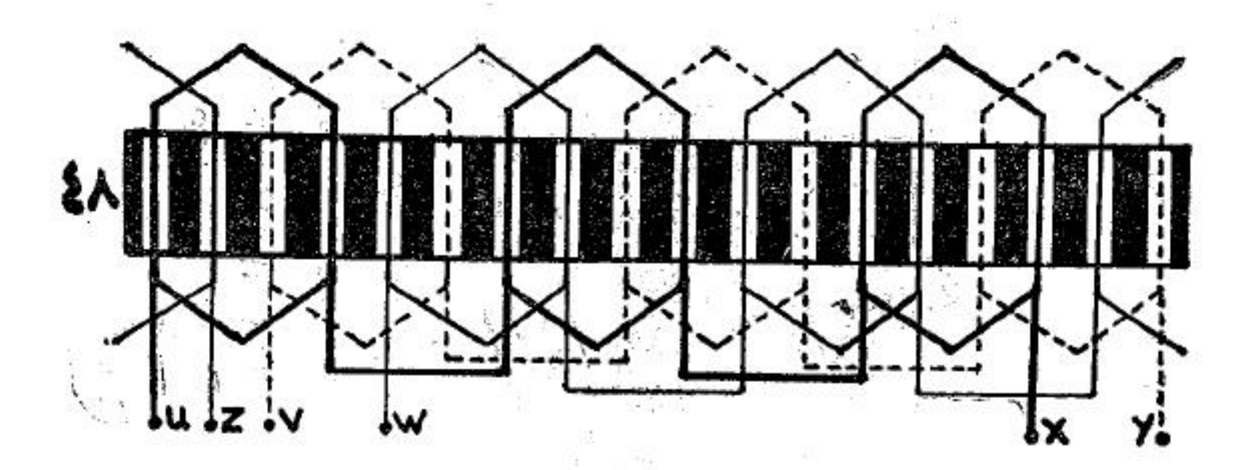


محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ — ٤)
ثابتة جانب واحد

عدد مجارى القطب = ١٨ ÷ ٦ = ٣ مجرى
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

فى هذه الحالة عندما يكون عدد مجارى الوجه تحت القطب مجرى واحد لا يوجد اختيار لنوع الخطوة من حيث ثابته أو متداخله وعلى هذا يكون مقدار الخطوة هو عدد مجارى القطب + ١ = ٣ + ١ = ٤ ولكن يمكن أن تلف جانب أو جانبين فى المجرى .

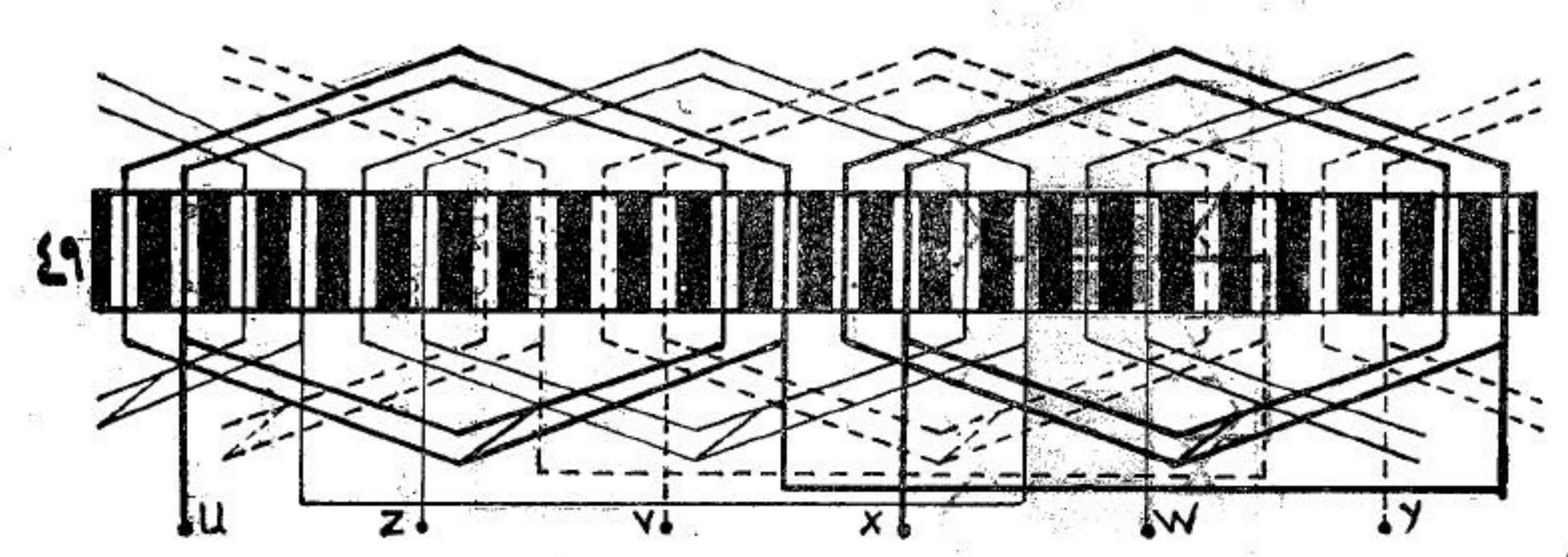
استعمل فى لف المحرك سلك ٢ر. مم ولفات الملف جانب واحد من ٣٥٠ لفة الى ٣٦٠ لفه ٦ قطب .



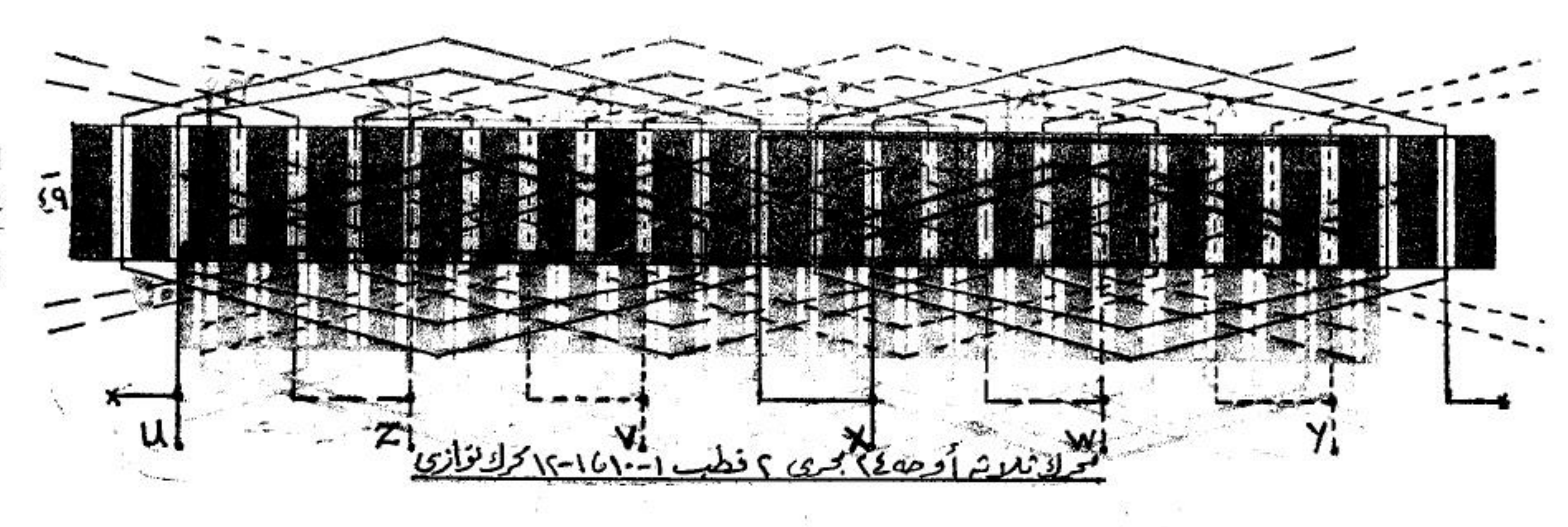
محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ قطب جطوة لف (١٠ – ١٢) بمتوسط ١١ أى قطبية – ١ متداخلة جانب واحد فى المجرى جناحين

عدد مجارى القطب = ١٢ مجرى   عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ مجرى .

اسقط ملفين ثم اترك مجرتين ثم أسقط واترك ملفين وهكذا حتى يتم اسقاط جميع الملفات للاوجه الثلاثة



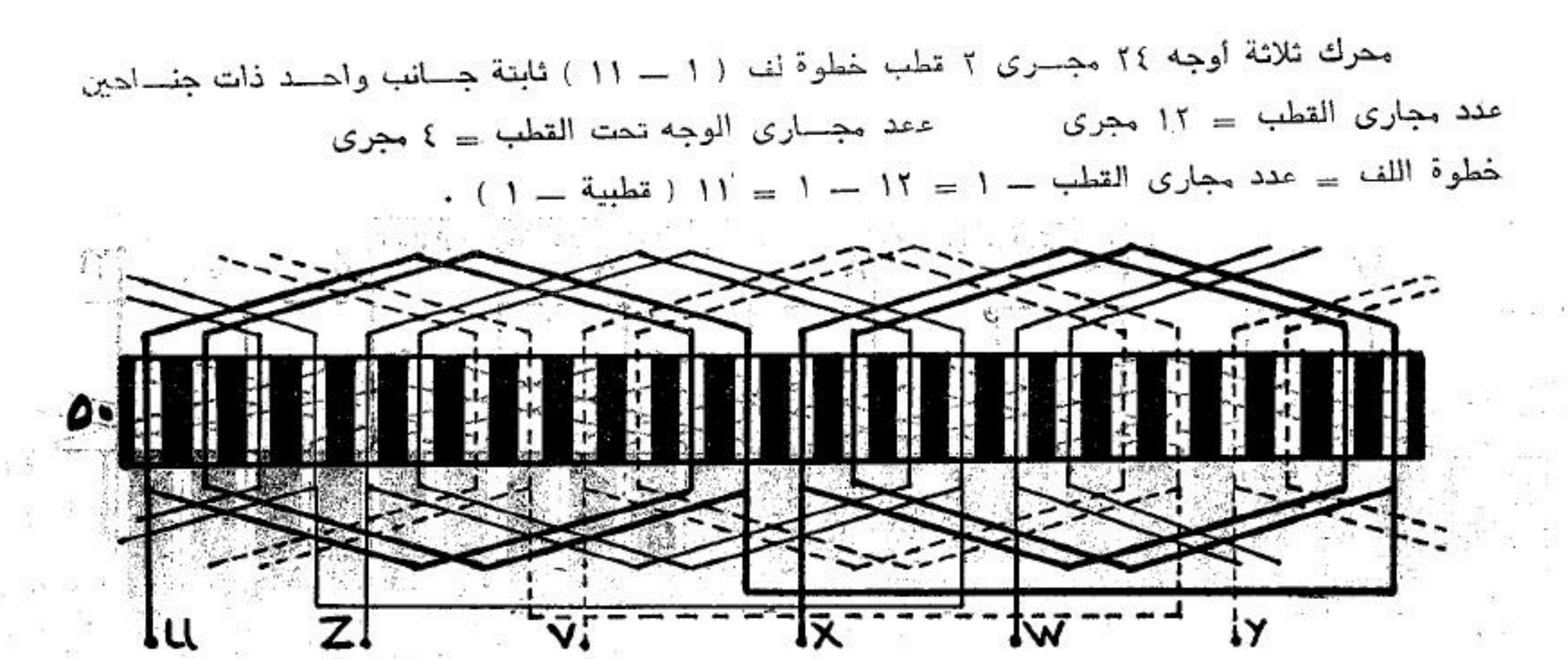
محــرك ثلاثة أوجــه ٢٤ مجــرى ٢ قطب خطــوة (١ ــ ١٠ ، ١ ــ ١٢) متداخلة جانب واحد ولكن مجموعات كل وجه متصلة توازى نهاية المجموعة الأولى مع بداية الثانية ويخرج طرف يعتبر نهاية الوجه ثم توصل نهاية المجموعة الثانية مع بدايـــة المجموعة الأولى وتخرج طرف يعتبــر بداية الوجــه وهذا المحرك يوصل نجمة .



محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١١) ثابتة جانب واحد ذات جناحين

عدد مجارى القطب = ١٢ مجرى عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ مجرى

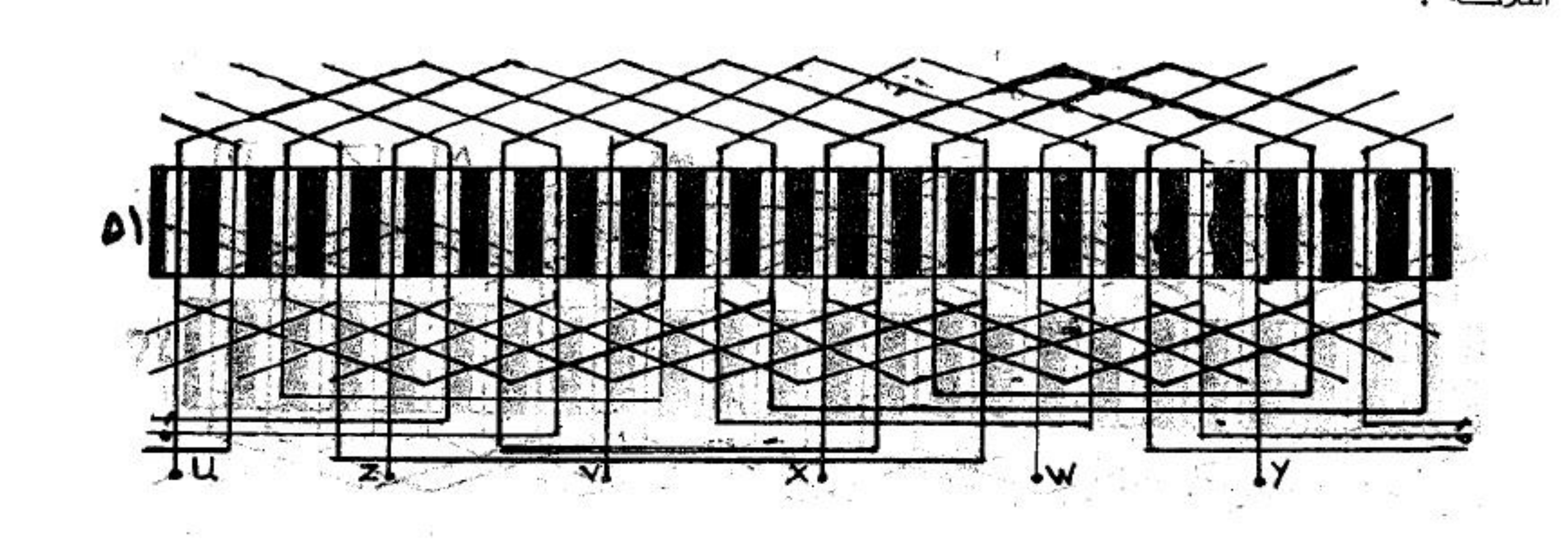
خطوة اللف = عدد مجارى القطب — ١ = ١٢ — ١ = ١١ (قطبية — ١) .



محرك ثلاثة أوجـــه ٢٤ مجـــرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١٠) ثابتة جانب واحد جناحين بطريقة أخـــرى

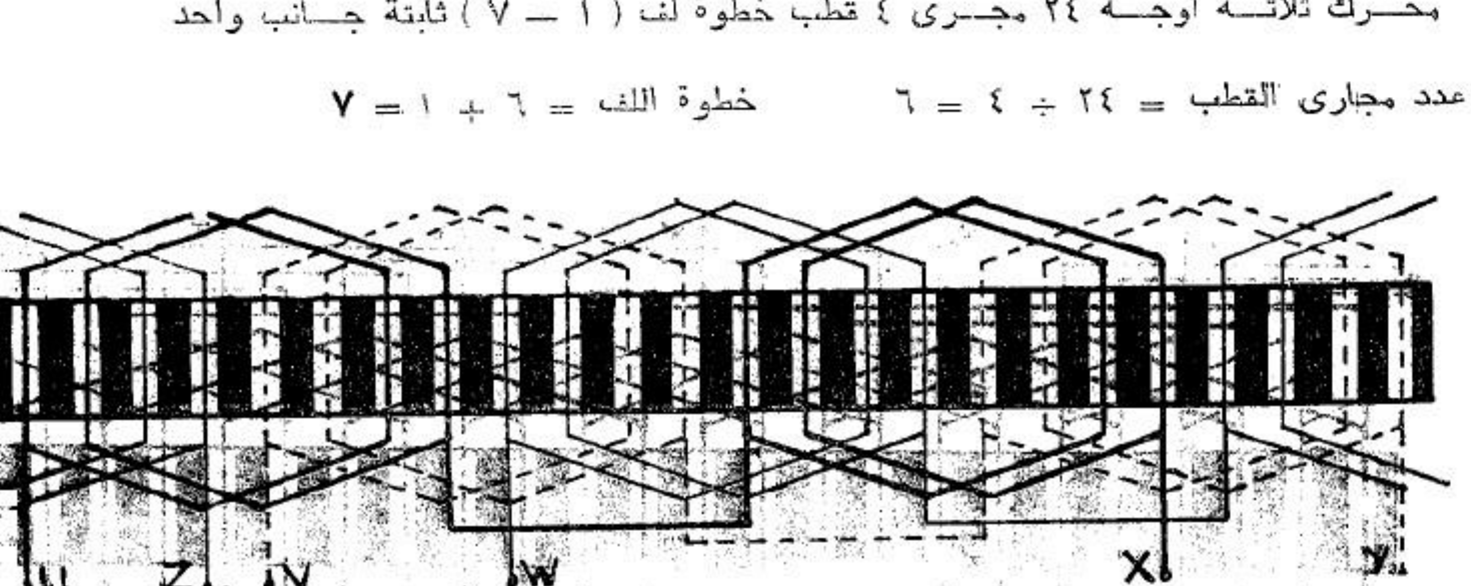
عدد مجـــارى القطب = ١٢ مجـــرى   الخطوة = ١٢ — ٢ = ١٠ (قطبية — ٢) .

فى هذه الطريقة اسقاط مجموعة ملفات الوجه عـــلى أساس ملف وترك مجرى ثم اسقاط ملف وهكذا فى الأوجـــه الثلاثـــة .

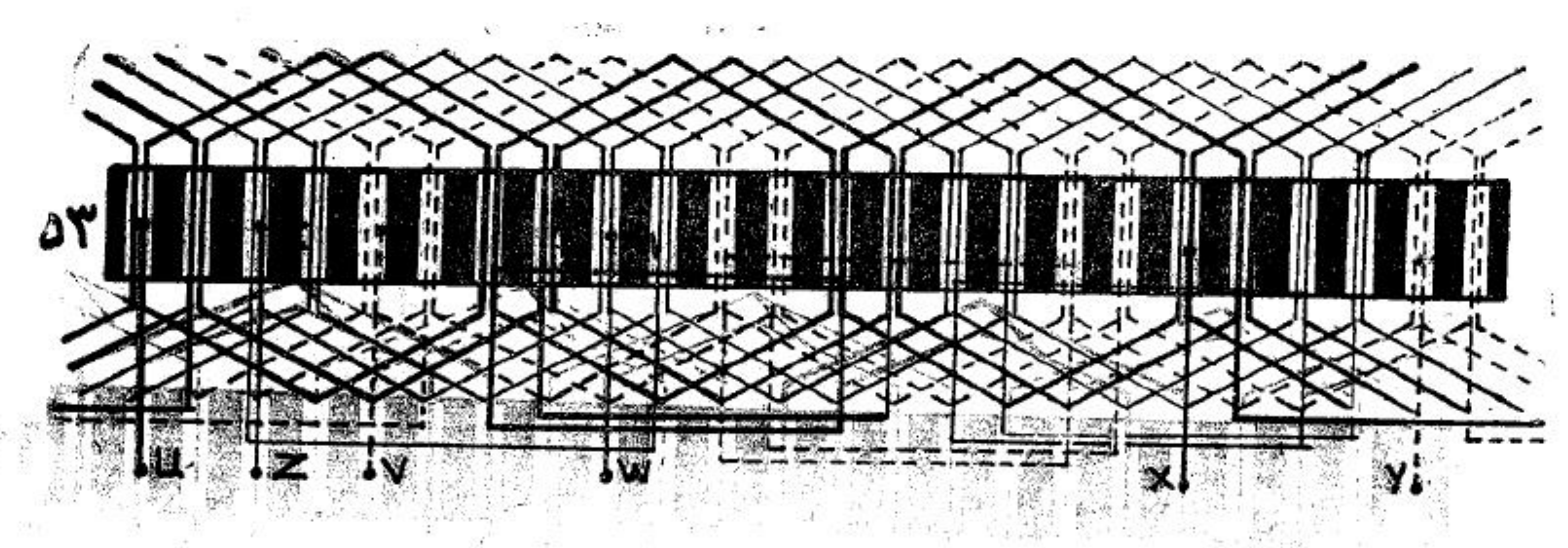


محـــرك ثلاثـــة أوجـــه ٢٤ مجـــرى ٤ قطب خطوة لف (١ ــ ٧) ثابتة جـــانب واحد

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ خطوة اللف = ٦ + ١ = ٧



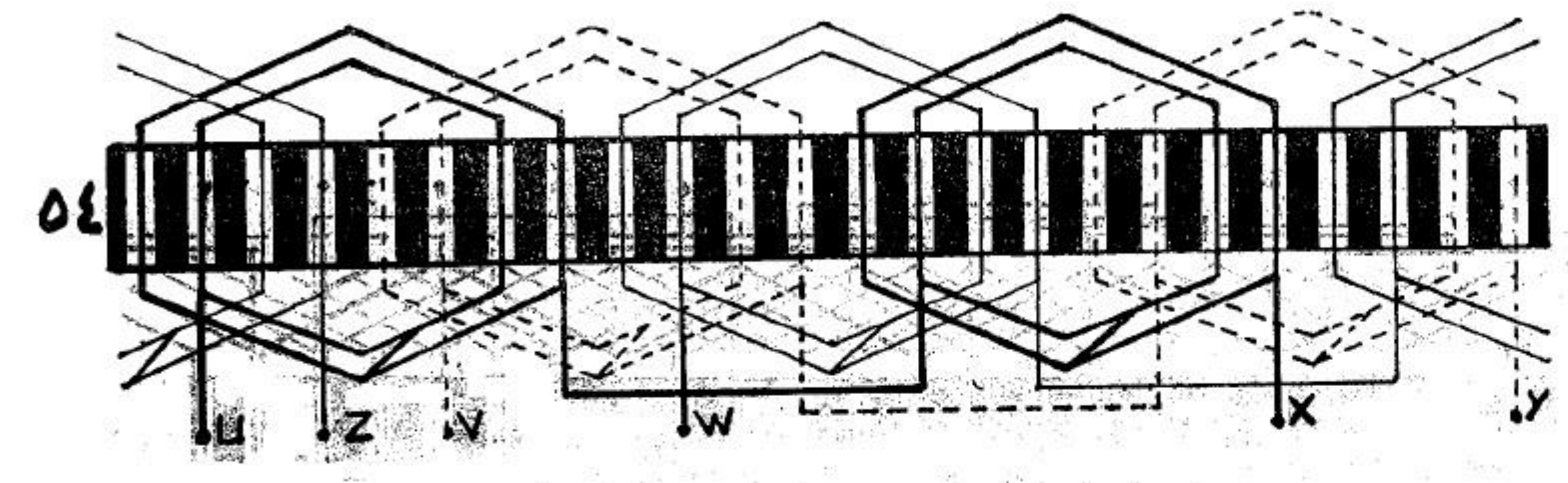
محركَ ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ – ٧) ثابتة جانبين فى المجرى



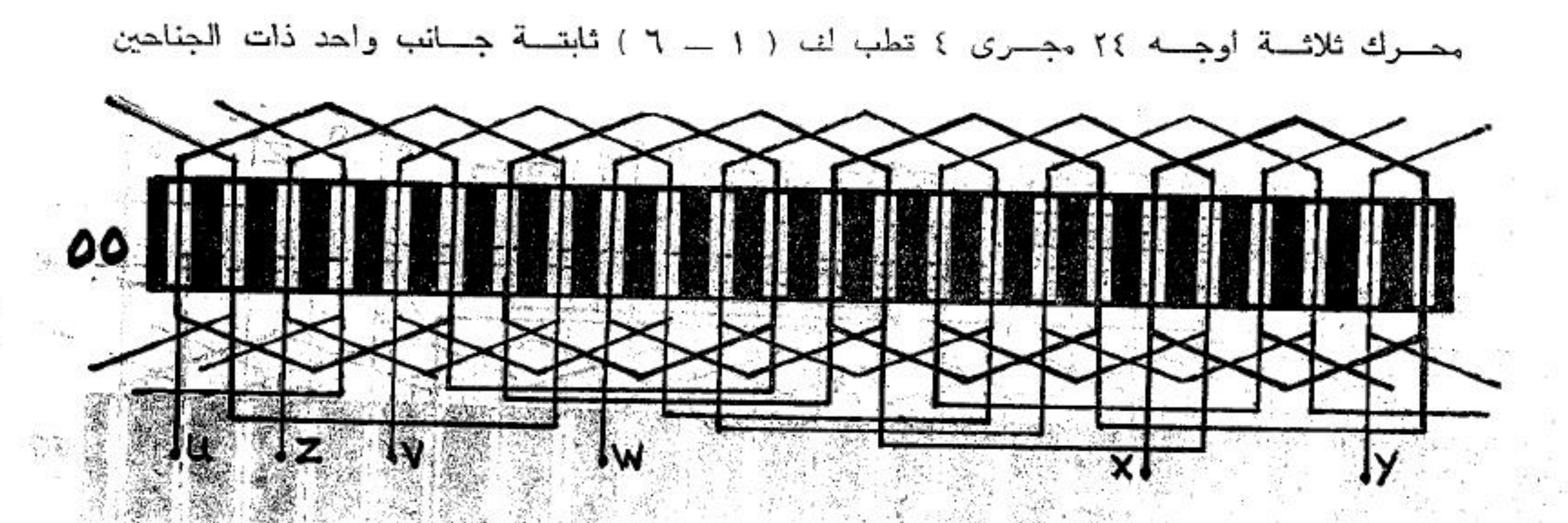
محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (٦ — ٨) متداخلة جانب واحد

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى   عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

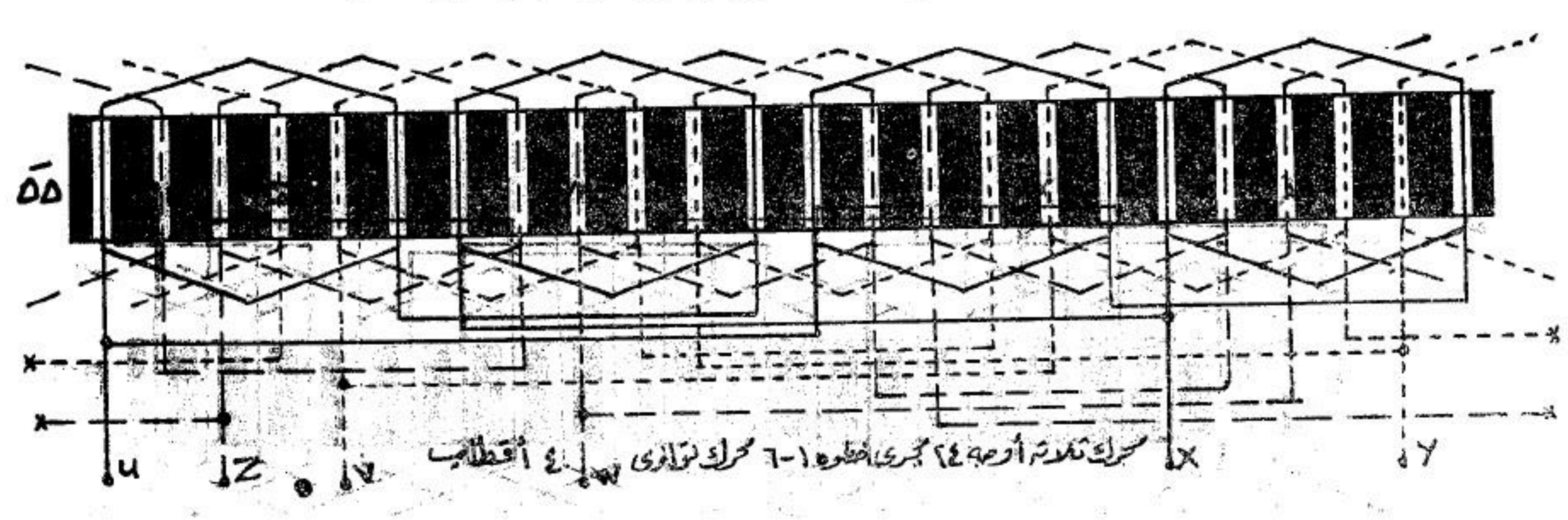
خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى الوجه تحت القطب × ٢) + ٢ = (٢ × ٢) + ٢ = ٦



محـــرك ثلاثـــة أوجـــه ٢٤ مجـــرى ٤ تطب لف (١ — ٦) ثابتـــة جـــانب واحد ذات الجناحين



محركّ ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ قطب جانب واحد توازى خطوه ثابتة ١ ـ ٦ توصيل نهاية المجموعة الأولى مع نهاية الثانية وتوصيل نهاية الثالثة مع نهاية الرابعة ثم توصيل بداية الثانية مع بداية الرابعة وخرج طرف نهاية الوجه وتوصيل بداية الثالثة مع بداية الأولى ويخرج طرف بداية الوجه .



محـــرك شـــاذ

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجـــرى ٦ قطب خطوة (١ — ٥) .

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٦ = ٤ مجرى .

∴ الخطوة = ١ — ٥

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ ÷ ٣ = ١⅓ مجـــرى .

نظرا لأن الكسر خـــلاف نصـــف لابد من استعمال الجدول مع مراعاة بداية كل وجه .

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦
الوجه الأول	٢	٢	١	١	١	١
الوجه الثالث	٢	٢	١	١	١	١
الوجهه الثانى	١	١	١	٢	٢	١

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط أول الأول ملفين ثم آخر ثالث ملف واحد ثم أول الثانى ملف واحد ثم ثانى الأول ثم أول الثالث ملفين ثم ثانى الثانى ملف واحد وهـــكذا حتى ينتهى اللف .

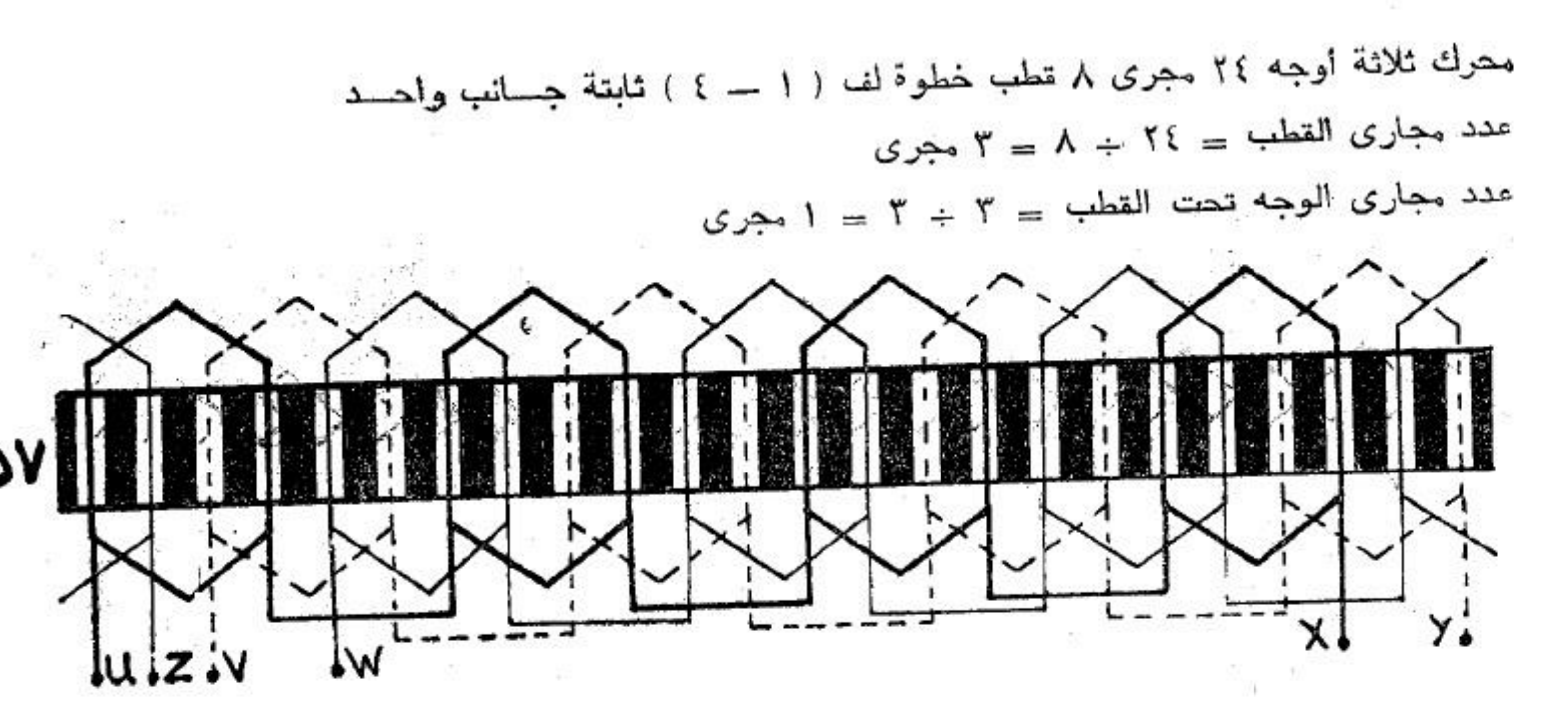
٥٦

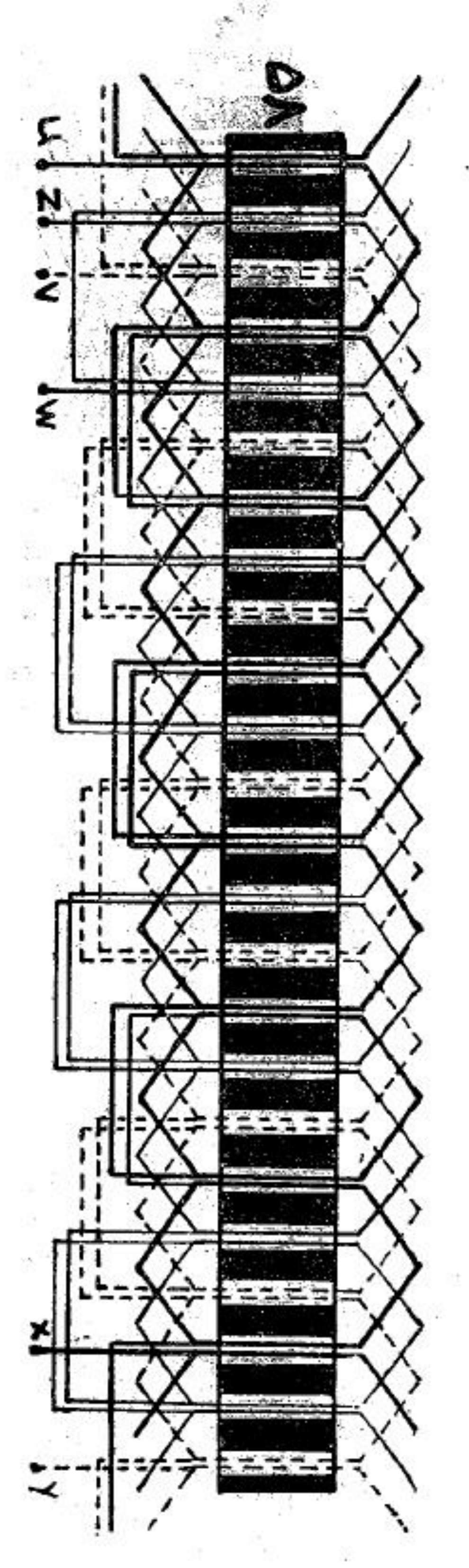
U Z V W X Y

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨ قطب خطوة لف (١ — ٤) ثابتة جـانب واحـد

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٨ = ٣ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى



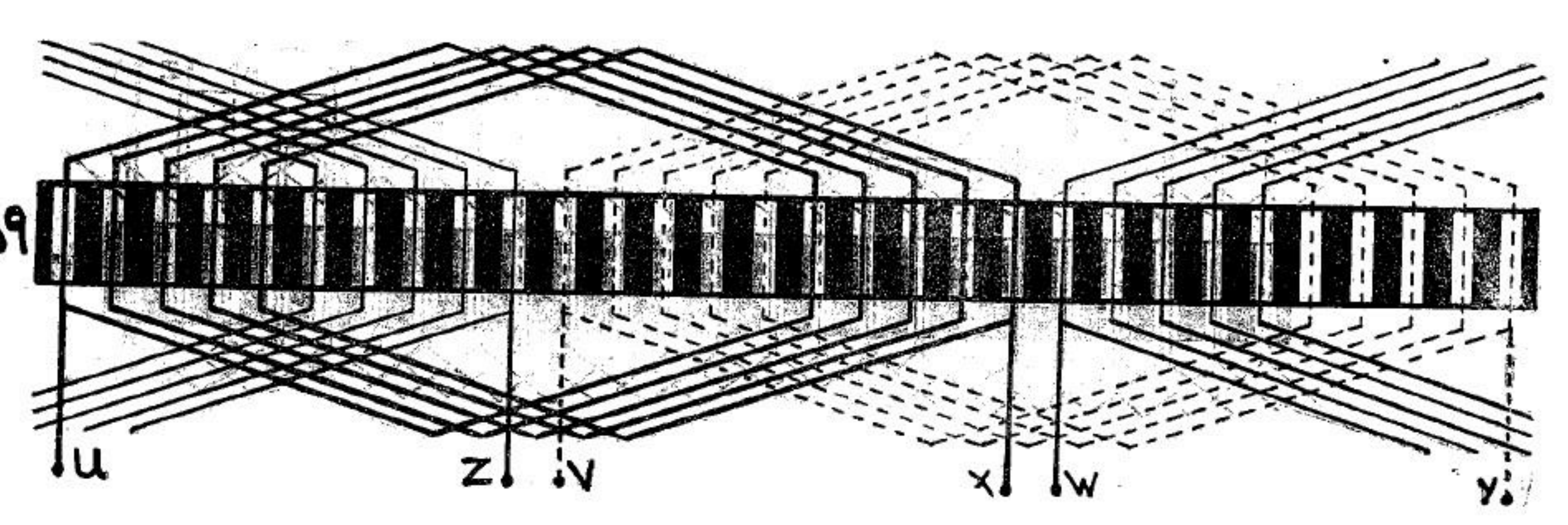


محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨ قطب خطوة لف
ثابتة جانبين فى المجرى (١ — ٤)

محرك ثلاثة أوجـــه ٣٠ مجـــرى ٢ قطب خطـــوة لف (١ ـــ ١٦) ثابتة جانب واحد ـــ الخطوة

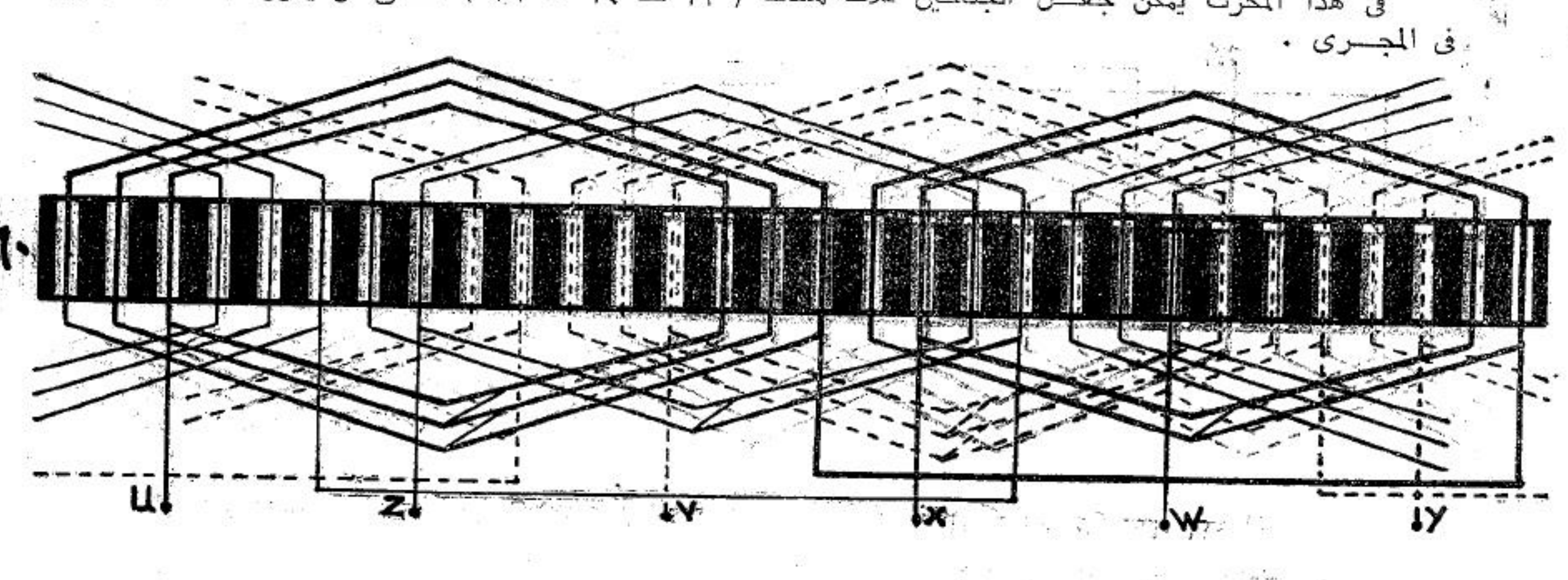
= ١٥ + ١ = ١٦

عدد مجارى القطب = ٣٠ ÷ ٢ = ١٥ مجرى   عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٥ ÷ ٣ = ٥ مجرى



محرك ثلاث أوجه ٣٠ مجرى ٢ قطب خطوة اللف ثلاث ملفات (١٢ — ١٤ — ١٦) وملفين (١٢ — ١٤) متداخلة جانب واحد ذات جناحين .

فى هذا المحرك يمكن جعل الجناحين ثلاث ملفات (١٢ — ١٤ — ١٦) على أن يكون اللف ١٦ جانبين فى المجرى .

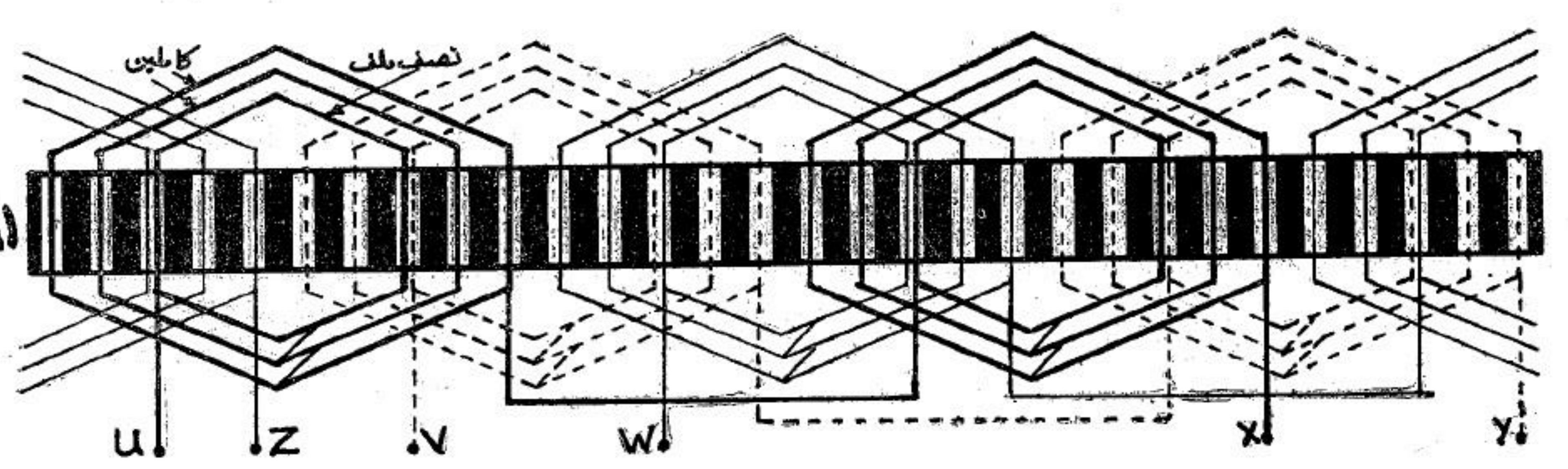


محـــرك شـــاذ

محركَ ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٤ قطب خطــوة لف (٦ ــ ٨ ــ ١٠) متداخلة جانب واحد

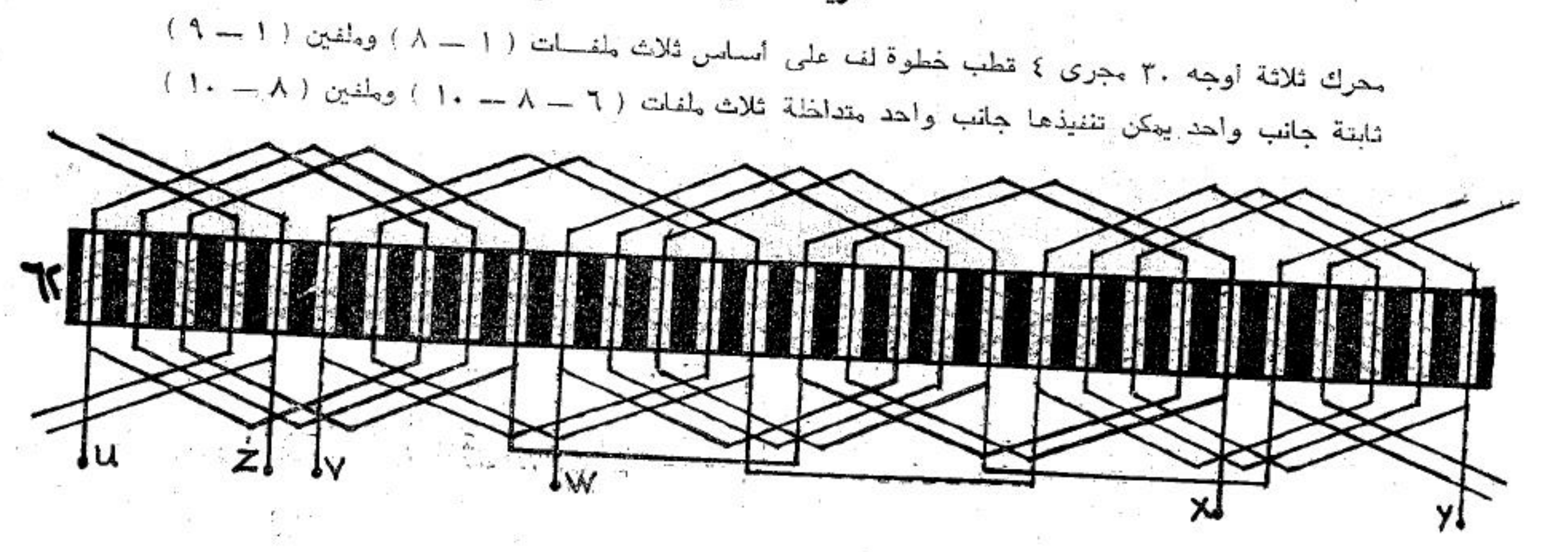
عدد مجارى القطب = ٣٠ ÷ ٤ = ٧½ مجرى عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٧٫٥ ÷ ٣ = ٢½ مجرى

فى هذا المحـــرك الكسر الموجـــود نصف ولذا يمكن اســـتعمال طرق أخـــرى خلاف الجدول



طريقـة ثانيـة

محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٤ قطب خطوة لف على أساس ثلاث ملفـات (١ — ٨) وملفين (١ — ٩) ثابتة جانب واحد يمكن تنفيذها جانب واحد متداخلة ثلاث ملفات (٦ — ٨ — ١٠) وملفين (٨ — ١٠)



محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٨) ثابتة جانبين فى المجرى .

عدد مجارى القطب =

٣٠ ÷ ٤ = ٧½ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب =

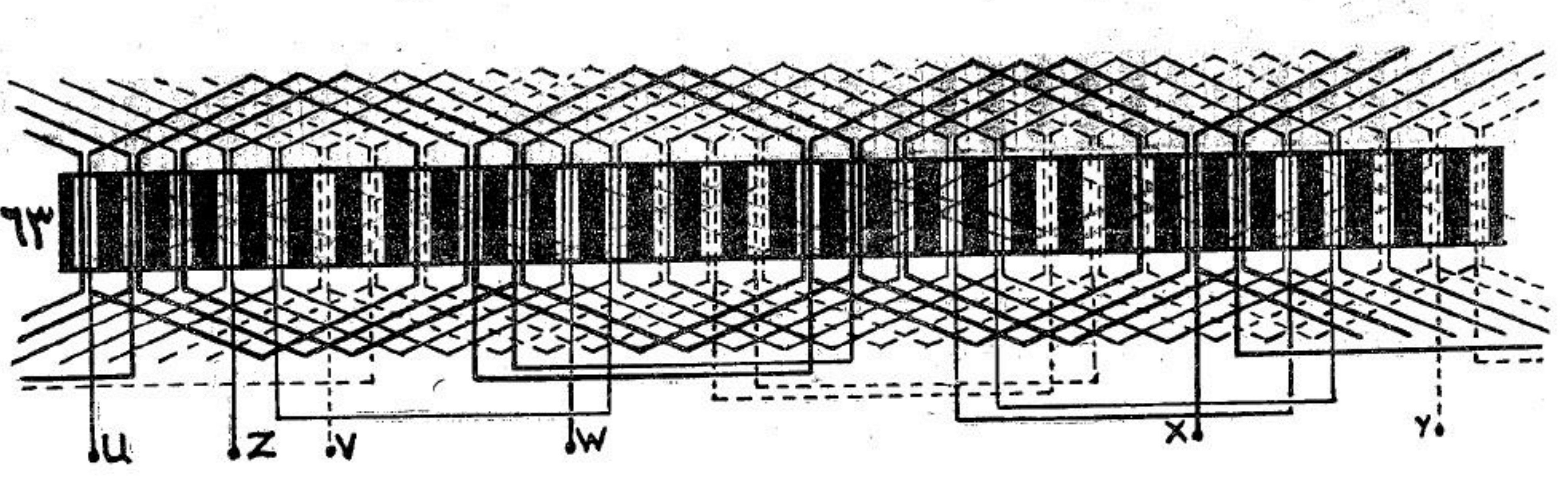
٧½ ÷ ٣ = ٢½ مجرى .

يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ملفين وثلاثة ملفات حسب ترتيب الجدول الآتى :

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤
الوجه الأول	٣	٢	٣	٢
الوجه الثالث	٣	٢	٣	٢
الوجه الثانى	٣	٢	٣	٢

ترتيب الاسقاط

اسقاط أول الأول ثلاثة ملفات ثم آخر الثالث ملفين ثم أول الثانى ثلاثة ملفات ثم ثانى الأول ملفين ثم أول الثالث ثلاثة ملفات وهكذا حتى يكتمل اللف مع مراعاة بداية كل وجه .



محـــرك شـــاذ

محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٦ قطبية
عدد مجارى القطب =
٣٠ ÷ ٦ = ٥ مجرى

خطوة اللف (١ ـــ ٦) ثابتة جانبين

عدد مجارى الوجه تحت القطب =
٥ ÷ ٣ = $1\frac{2}{3}$ مجرى

الكسر خـــلاف نصف لابـــد من استعمال الجـــدول وهى طريقـــة واحده .

يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ١ ، ٢ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ٢ ، ٢ ، ٢
حسب الجدول :

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦
الوجه الأول	١	٢	٢	١	٢	٢
الوجه الثالث	١	٢	٢	١	٢	٢
الوجه الثانى	١	٢	٢	١	٢	٢

ترتيب اسقاط الملفـــات

ابدأ باسقاط أول الأول ملف واحد ثم آخر الثالث ملفين ثم أول الثانى ملف ثم ثانى الأول ملفين ثم أول الثـــالث ملف واحد ثم ثانى الثـــانى ملفين وهكذا حتى ينتهى اللف .

محرك ثلاثة أوجه ٣٢ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ٩) ثابتة جانبين فى المجرى مع الجدول

عدد مجارى القطب =

٣٢ ÷ ٤ = ٨ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب =

٨ ÷ ٣ = ٢$\frac{٢}{٣}$ مجرى

خطوة اللف = ٨ + ١ = ٩

محرك شاذ

استعمل الجدول الآتى فى اسقاط الملفــات

	١	٢	٣	٤
الأول	٣	٢	٣	٣
الثالث	٣	٢	٣	٢
الثانى	٣	٣	٢	٣

فى هذا الجدول تجد الوجه الثالث ينقص مجرى فى المجموعة الرابعــة حسب توزيع الملفات وهذا لا يؤثر على المحرك وطريقة الاسقاط كما سبق شرحه .

٦٥

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١٦) ثابتة جانب واحد ذات الجناحين

عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٢ = ١٨ مجرى　　　عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٨ ÷ ٣ = ٦ مجرى

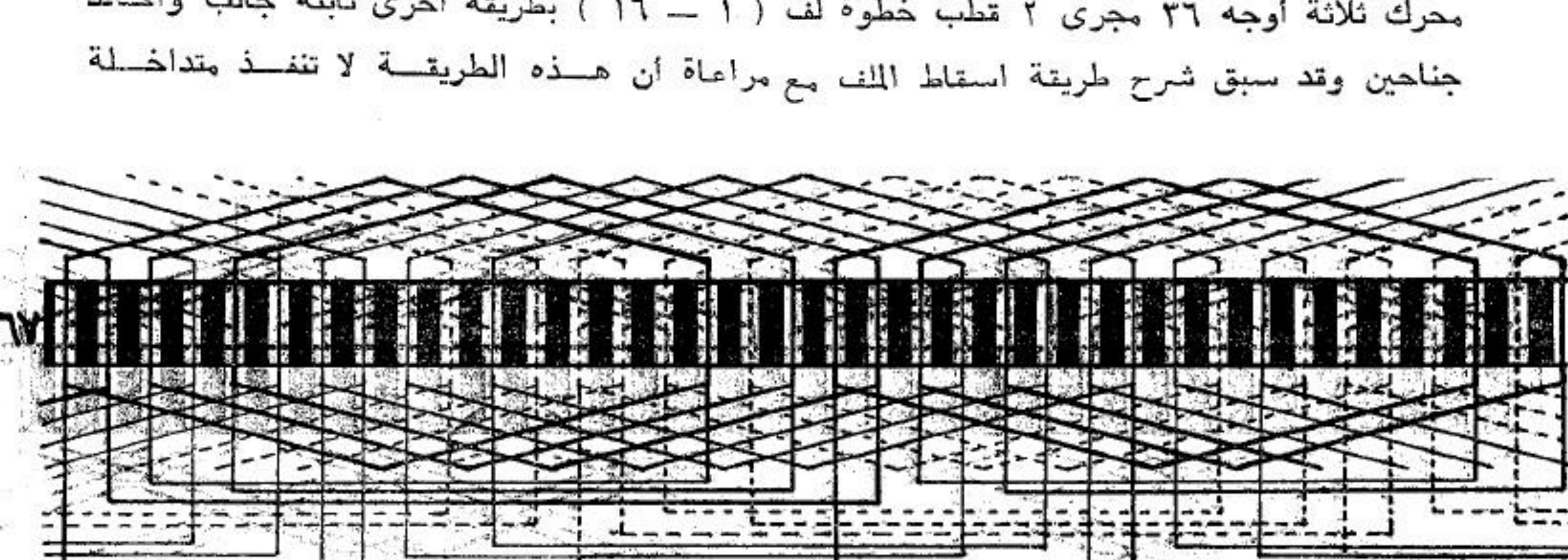
قسمت نصفين .

خطوة اللف = ١٨ — ٢ = ١٦ مجرى قطبية — ٢

يمكن تنفيذها متداخلة (١٤ — ١٦ — ١٨) كل جنـاح ثلاث ملفات .

لمعرفة قيمة الخطوة ثابتة فى القطبين جناحين أوجد متوسط ملفات جنـاح متداخلة .

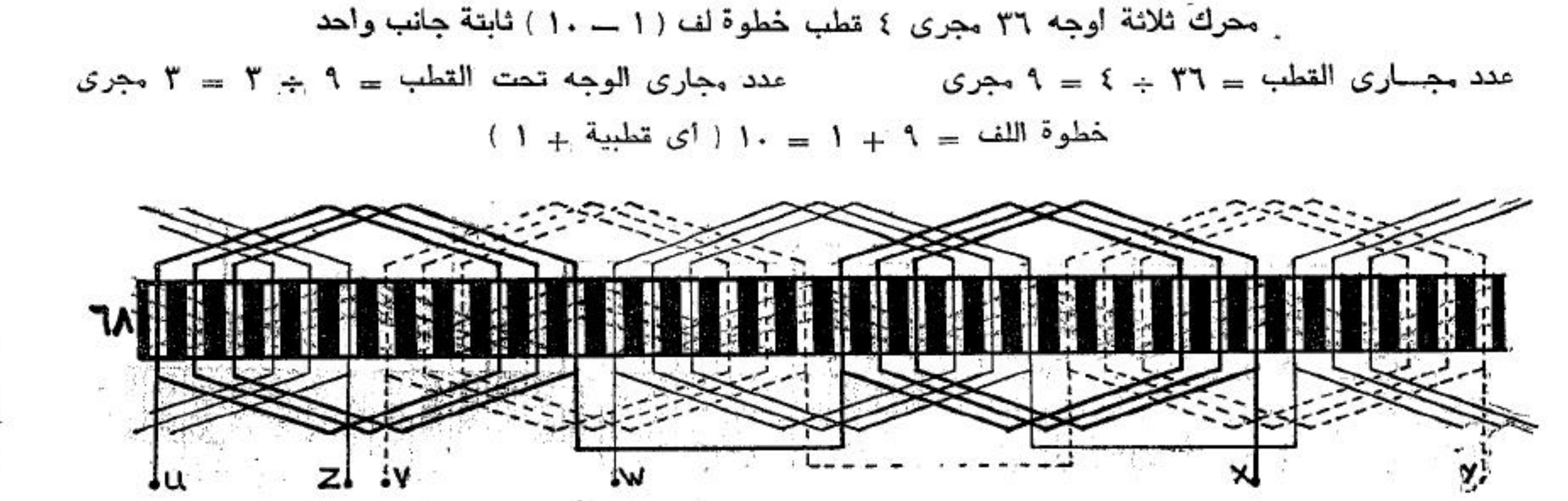
محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ١٦) بطريقة أخرى ثابتة جانب واحد جناحين وقد سبق شرح طريقة اسقاط الملف مع مراعاة أن هـذه الطريقـة لا تنفـذ متداخـلة



محركَ ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ١٠) ثابتة جانب واحد

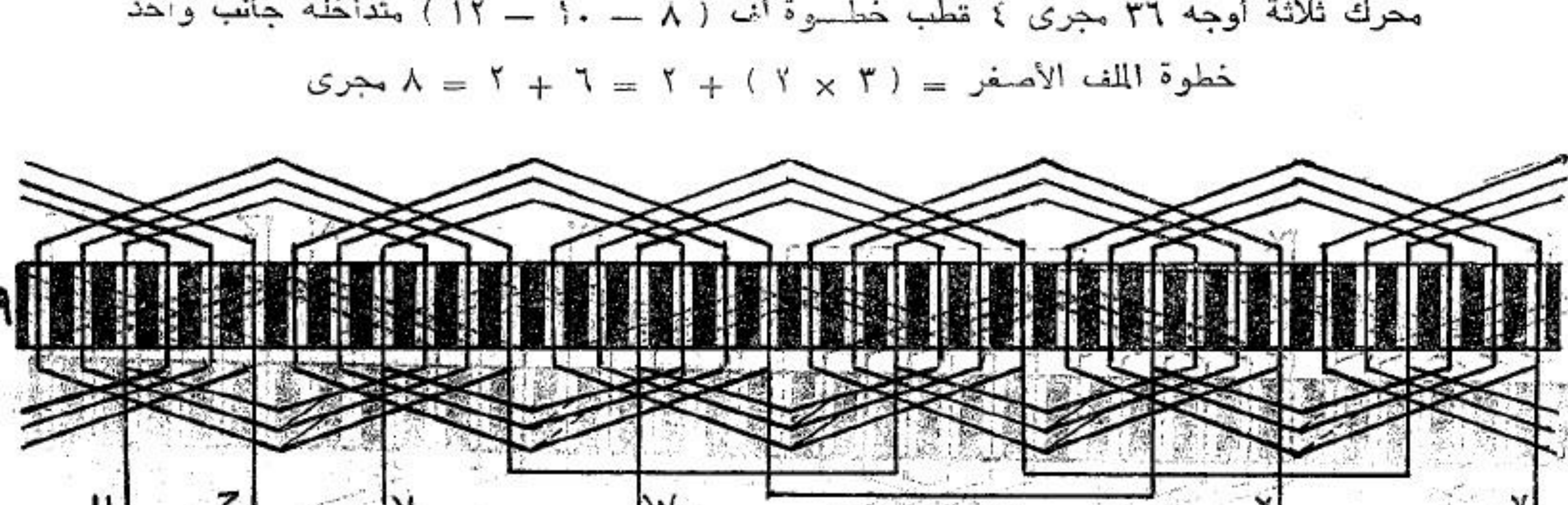
عدد مجـــارى القطب = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى　　　　عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى

خطوة اللف = ٩ + ١ = ١٠ (أى قطبية + ١)

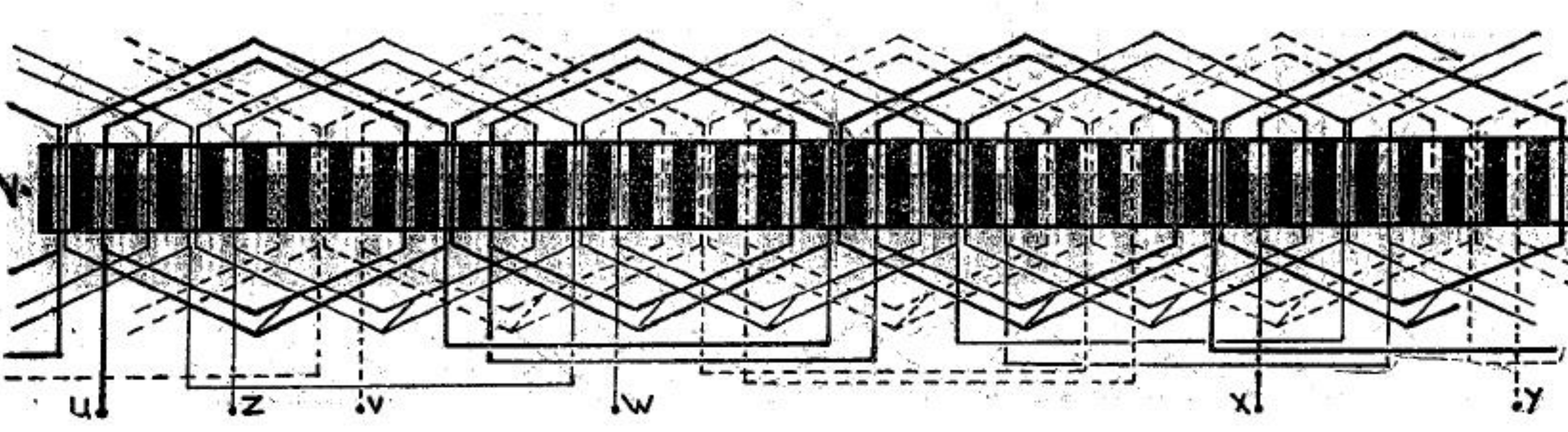


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطــوة لف (٨ ــ ١٠ ــ ١٢) متداخلة جانب واحد

خطوة الملف الأصغر = (٣ × ٢) + ٢ = ٦ + ٢ = ٨ مجرى



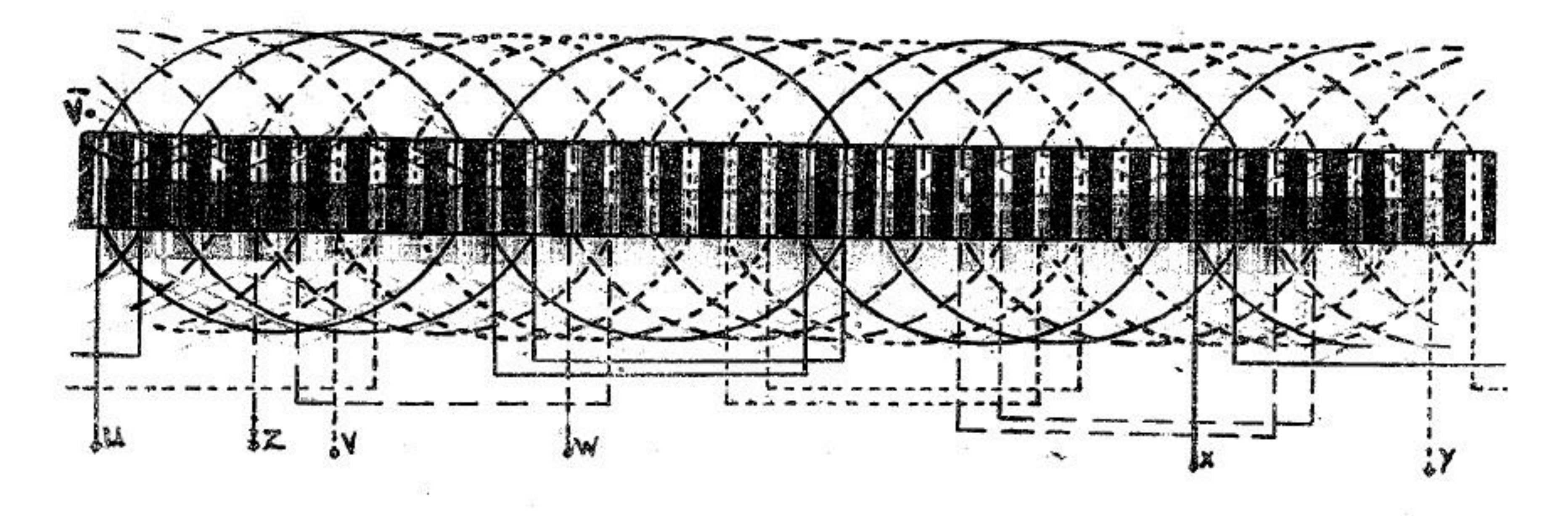
محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (٨ — ١٠) قطبية فقط متداخلة جانب وجانبين ذات الجناحين
الملف الأكبر يلف نصف والأصغر يلف ملف كامل من حيث العدد

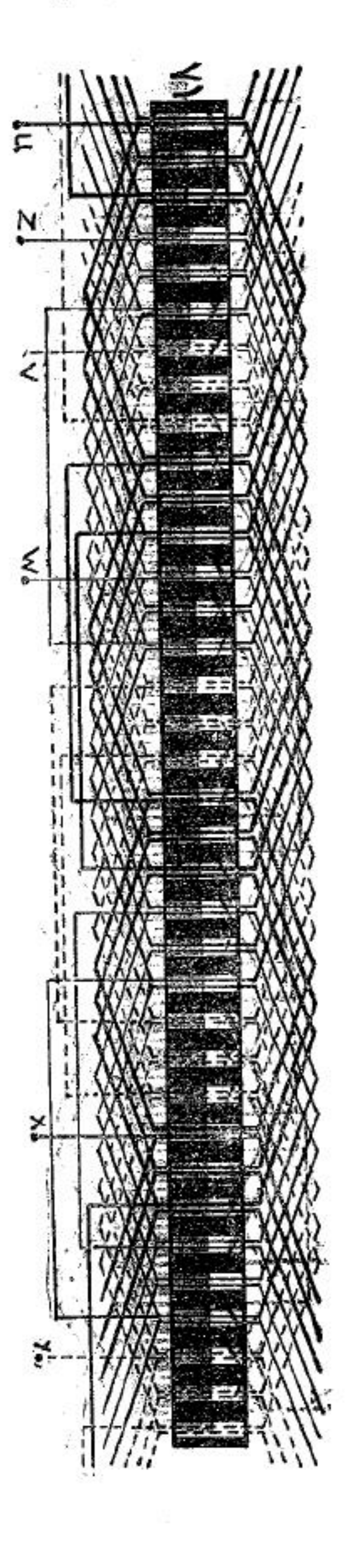


محركٓ ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب

عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى اللف قطبية + ١ = ٩ + ١ = ١٠

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى تسقط حسب الانفراد ملفين فى اتجاه وملف فى اتجاه آخر بطريقة اسقاط ملف وترك مجرى .



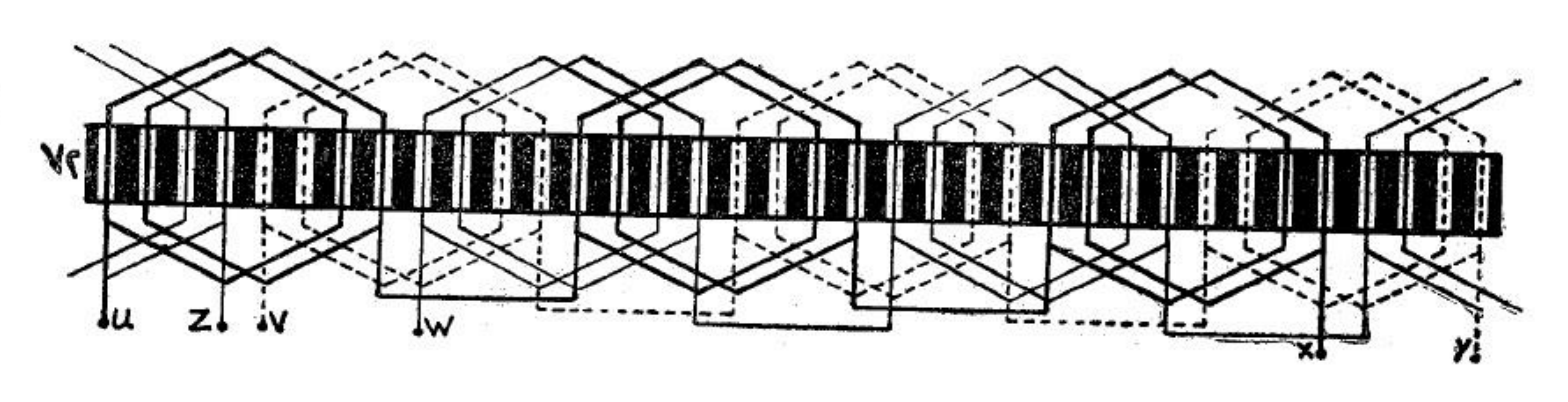


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ — ١٠) ثابتة جانبين في المجرى

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ — ٧) ثابتة جاذ بواحد

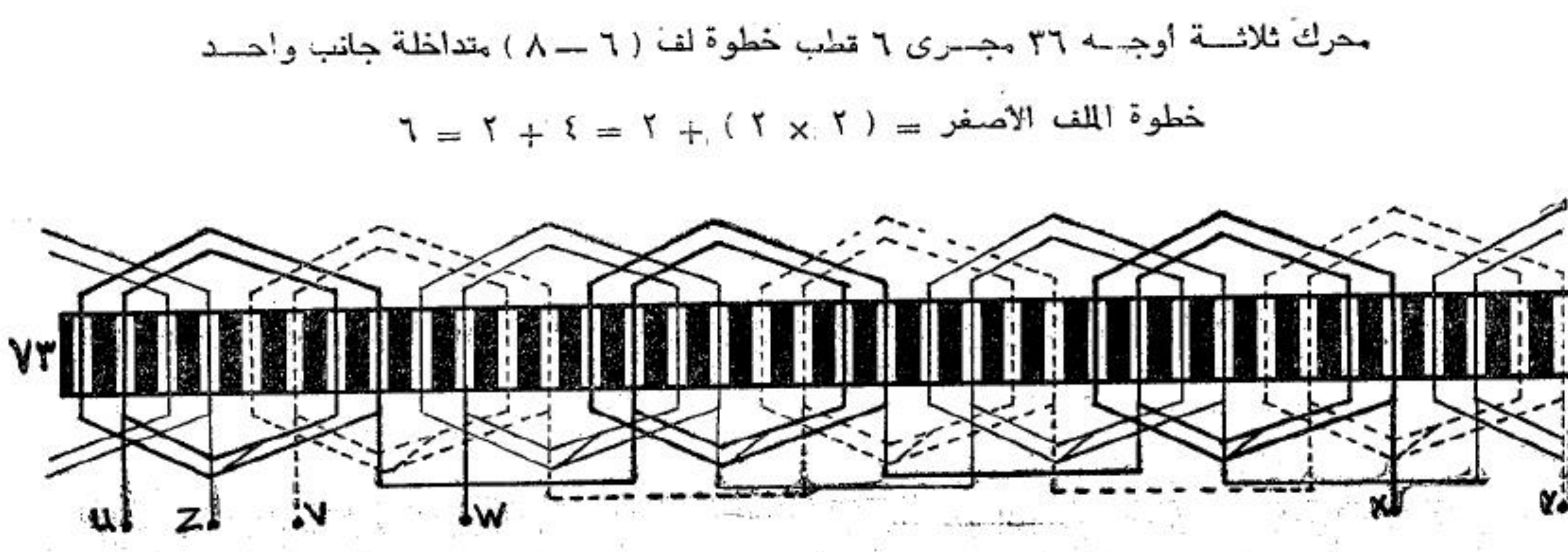
عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى   عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

خطوة اللف = ٦ + ١ = ٧



محركَ ثلاثـــة أوجـــه ٣٦ مجـــرى ٦ قطب خطوة لف (٦ ـــ ٨) متداخلة جانب واحـــد

خطوة الملف الأصغر = (٢ × ٢) + ٢ = ٤ + ٢ = ٦

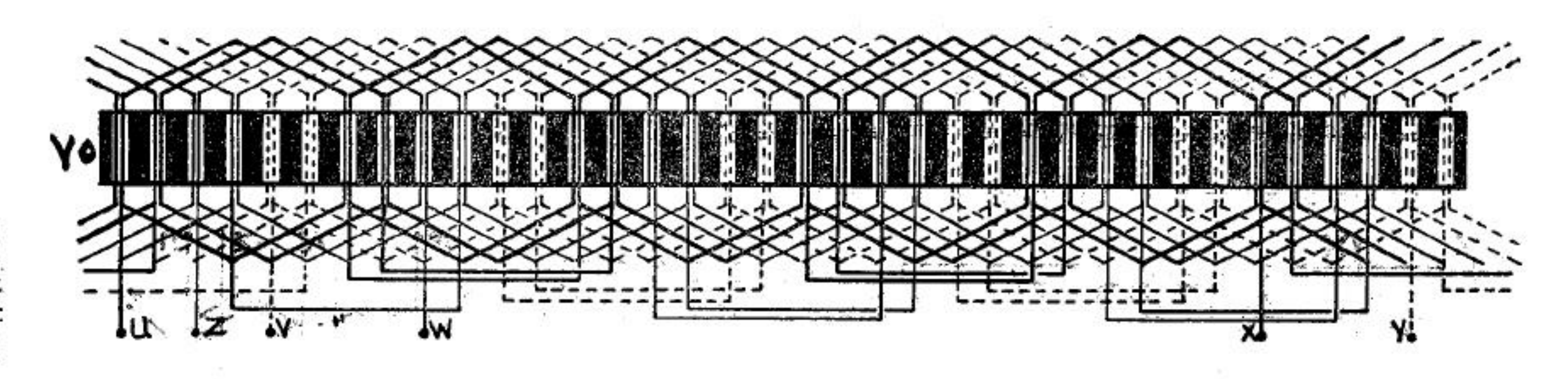


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة لف (١ ــ ٦) ثابتة جــانب واحــد ذات الجناحــين

خطوة اللف قطبية فقط = عدد مجارى القطب = ٦ مجرى

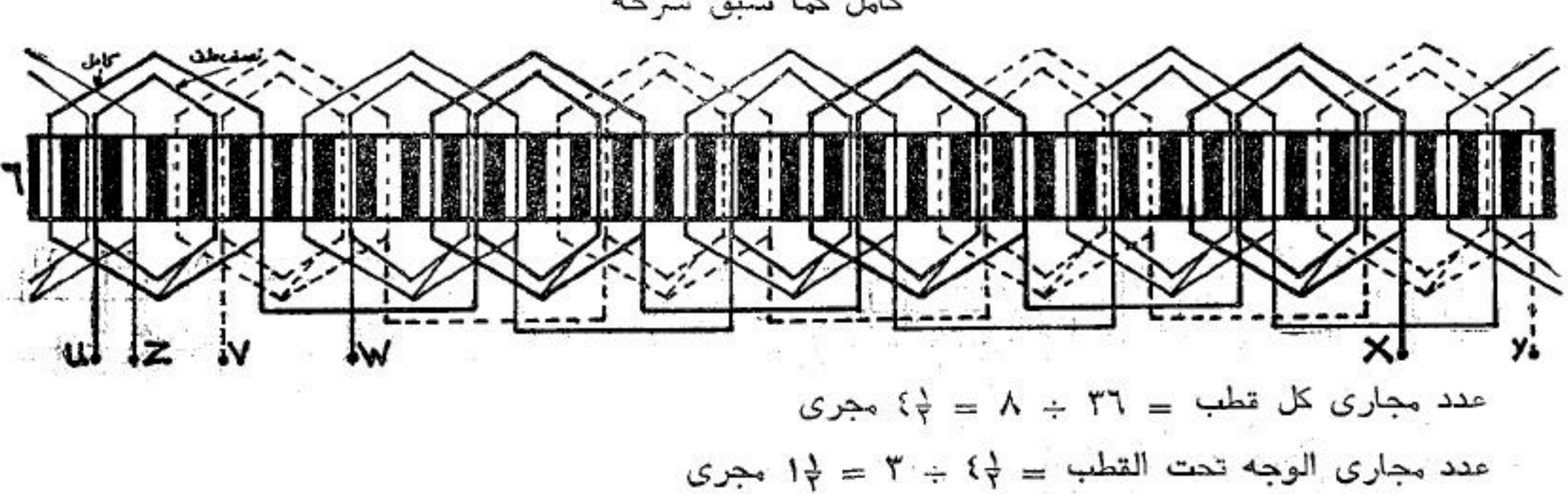
محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة

لف (١ — ٧) ثابتة جانبين فى المجرى قطبية + ١



محرك شـاذ

محـرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٨ قطب خطوة لـف (٤ ـــ ٦) متداخلة جانب وجانبين فى المجـارى لا يستعمل الجدول فى هذه الطريقة لأن الكسر نصف على أن يكون الملف الأصـغر نصـف ملف والملف الأكبـر ملف كامل كما سبق شرحه

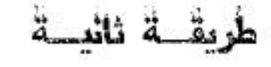


عدد مجارى كل قطب = ٣٦ ÷ ٨ = ٤½ مجرى

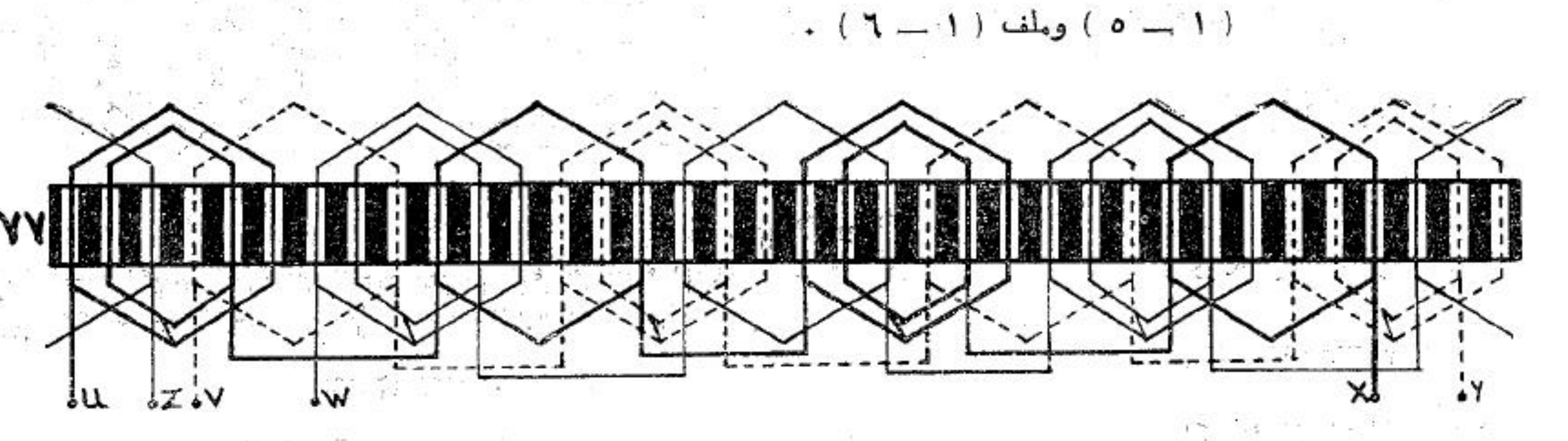
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤½ ÷ ٣ = ١½ مجرى

خطوة اللف ثابتة = ١ ـــ ٥ ومتداخلة ٤ ـــ ٦

طريقــة ثانيــة



مدرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٨ قطب خطوة لف عــلى أســاس ملفين متداخلين (٤ — ٦) وملف ثابت (١ — ٦) يمكن تنفيذها ثابتــة ملفين (١ — ٥) وملف (١ — ٦) .



طريقة ثالثة بالجدول

محرك ثلاثة اوجه ٣٦ مجـرى ٨ جانبين فى المجرى .

عدد مجارى القطب =

٣٦ ÷ ٨ = ٤½ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب =

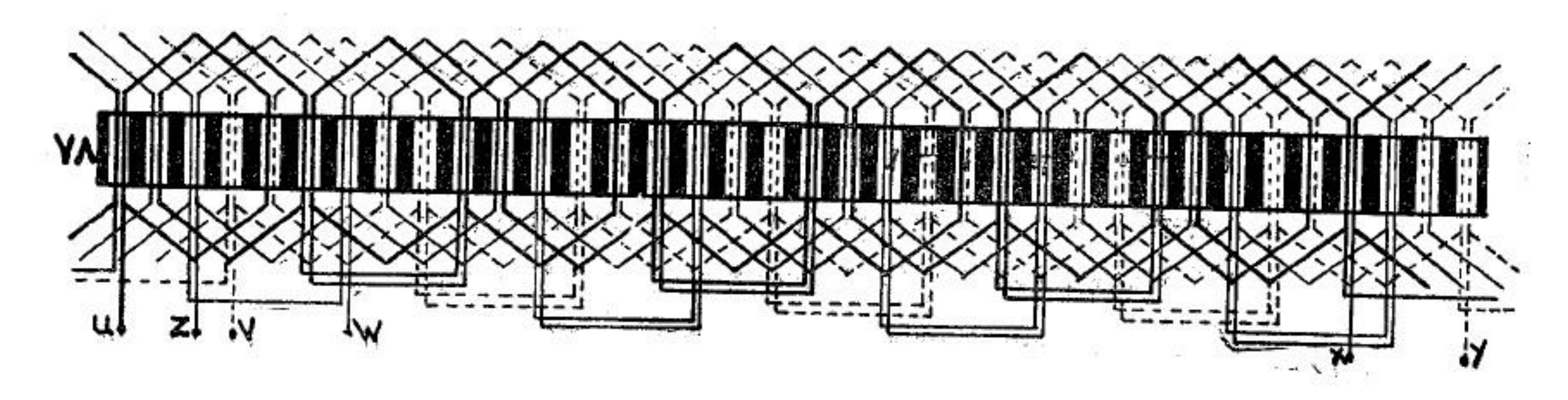
٤½ ÷ ٣ = ١½ مجرى

يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ حسب الجدول .

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
الوجه الأول	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١
الوجه الثالث	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١
الوجه الثانى	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط أول الأول ملفين ثم آخر الثالث ملف واحد ثم أول الثانى ملفين ثم ثانى الأول ملف ثم أول الثالث ملفين ثم ثانى الثانى ملف وهكذا حتى ينتهى اللف .



محركات الوجه الواحد
ذات السرعات

محرك الوجه الواحدة المستعمل لأكثر من سرعة هو من النوع الغير مزود بمفتاح طرد مركزى وعلى هذا يكون تقسيمه على أساس نصف المجارى للفات التشغيل والنصف الثانى لملفات التقويم على أن يتواجد المكثف مع ملفات التقويم وفى هذا المحرك للحصول على السرعات المطلوبة تضاف مجموعة ملفات ثالثة تشترك مع كل من التشغيل والتقويم فى المجارى وعن طريق ادخال ملفات هذه المجموعة الثالثة فى الدائرة تتغير قيمة المقاومة وكذا قيمة الفيض المغناطيسى وبذلك نحصل على السرعة المطلوبة مع مراعاة أن قطبية المحرك ثابتة لا تتغير ولكن زيادة السرعة أو نقصانها رجع لعدد ملفات المجموعة الثالثة فى الدائرة حيث نجد فى سرعة تدخل نصف الملفات وفى سرعة أقل تدخل الملفات جميعها هذا اذا كان المحرك ثلاث سرعات، أما اذا كان سرعتين فقط فتدخل جميع الملفات المجموعة الثالثة فى الدائرة عند الحصول على السرعة الأقل والرسومات الآتية توضح هذا .

مثال لعملية التقسيم

محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٤ أقطاب يراد تقسيمه للفه سرعتين .

التقسيم

عدد مجارى التشغيل = ١٦ ÷ ٢ = ٨ مجرى

عدد مجارى التقويم = ١٦ — ٨ = ٨ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

نوعية اللف جانب واحد خطوة متداخلة

قيمة خطوة الملف الأصغر تشغيل أو تقويم = ٢ + ٢ = ٤ مجرى

قيمة خطوة الملف الثانى تشغيل أو تقويم = ٤ + ٢ = ٦ مجرى

خطوة ملفات المجموعة الثالثة متداخلة ومشتركة مع التشغيل والتقويم (٤ ، ٦) وعلى هذا يكون التشغيل والتقويم كل منهما ٤ ملفات والمجموعة الثالثة ٨ ملفات .

مثال آخر

محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ أقطاب يراد تقسيمه للفه سرعتين .

التقسيم

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى

عدد مجارى التقويم = ٢٤ — ١٢ = ١٢ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

نوعية اللف جانب واحد خطوة متداخلة

قيمة خطوة الملف الأصغر تشغيل أو تقويم = ٣ + ٢ = ٥ مجرى

قيمة خطوة الملف الثانى تشغيل أو تقويم = ٥ + ٢ = ٧ مجرى

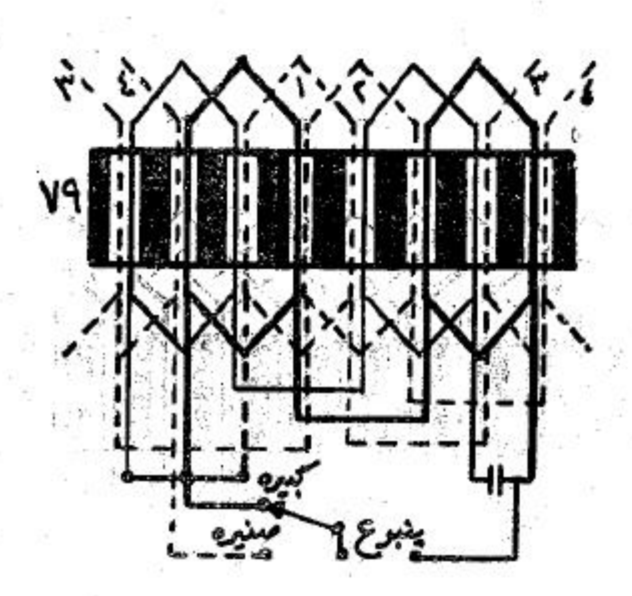
قيمة خطوة الملف الثالث تشغيل أو تقويم = ٧ + ٢ = ٩ مجرى

خطوة ملفات المجموعة الثالثة متداخلة ومشتركة مع التشغيل والتقويم (٥ ، ٧ ، ٩) وعلى هذا يكون عدد ملفات كل من التشغيل والتقويم ٦ ملف وعدد ملفات المجموعة الثالثة ١٢ ملف .

محركات مراوح السقف

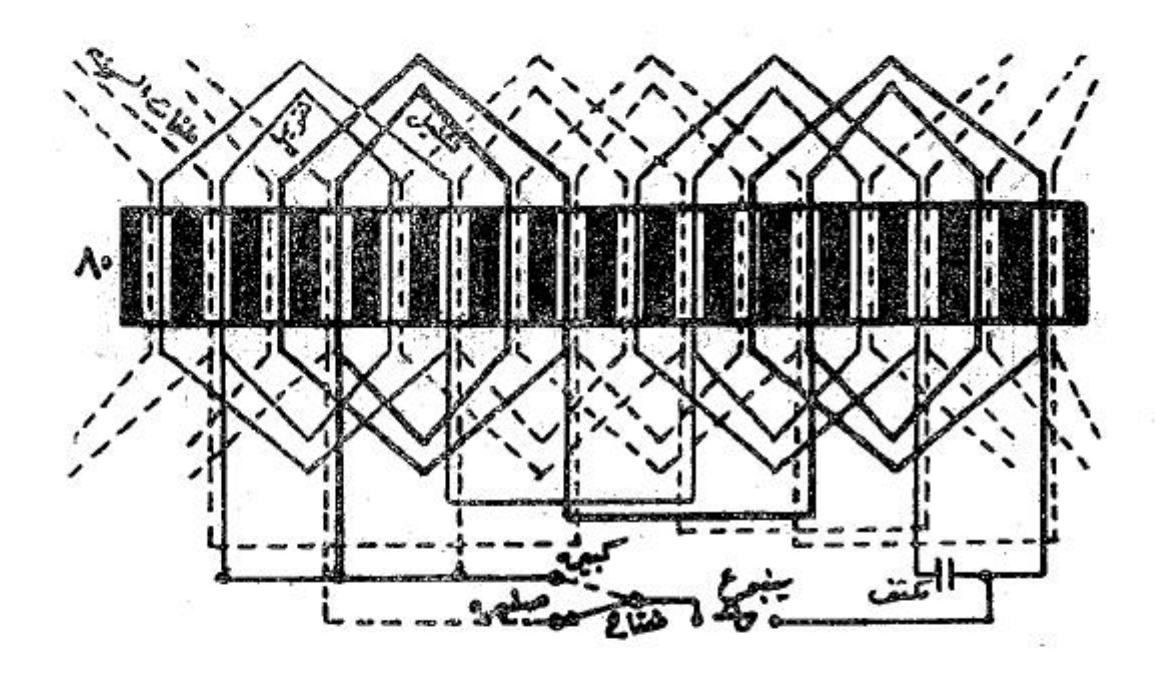
ينطبق على محركات مراوح السقف نوع المحرك السابق شرحه وكذا طريقة تقسيمه الا أن التحكم فى قيمة السرعة يكون عن طريق مقاومة خارجية مدرجة وعلى مقدار ما يدخل من هذه المقاومة فى الدائرة تتأثر سرعة المروحة مع ثبات عدد أقطاب المروحة وفى هذه الحالة يكون لا داعى لتواجد مجموعة الملفات الثالثة ويكون التقسيم فقط على أساس تشغيل وتقويم ويكون نوع اللف جانبين فى المجرى سواء للتشغيل أو التقويم مع وضع المكثف المناسب مع التقويم . هذا ويمكن تقسيم المحرك على أساس تواجد ثلاث أنواع من الملفات (تشغيل — تقويم — سرعات) وبنظام الأمثلة السابقة وهو الموجود حاليا فى المراوح الحديثة .

محرك وجه واحد ٨ مجرى سرعتين السرعة الكبيرة ٤ قطب خطوة لف التشغيل أو التقويم أو السرعات (١ ــ ٣) خطوة ثابتة .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى سرعتين السرعة الكثيرة ٤ قطب

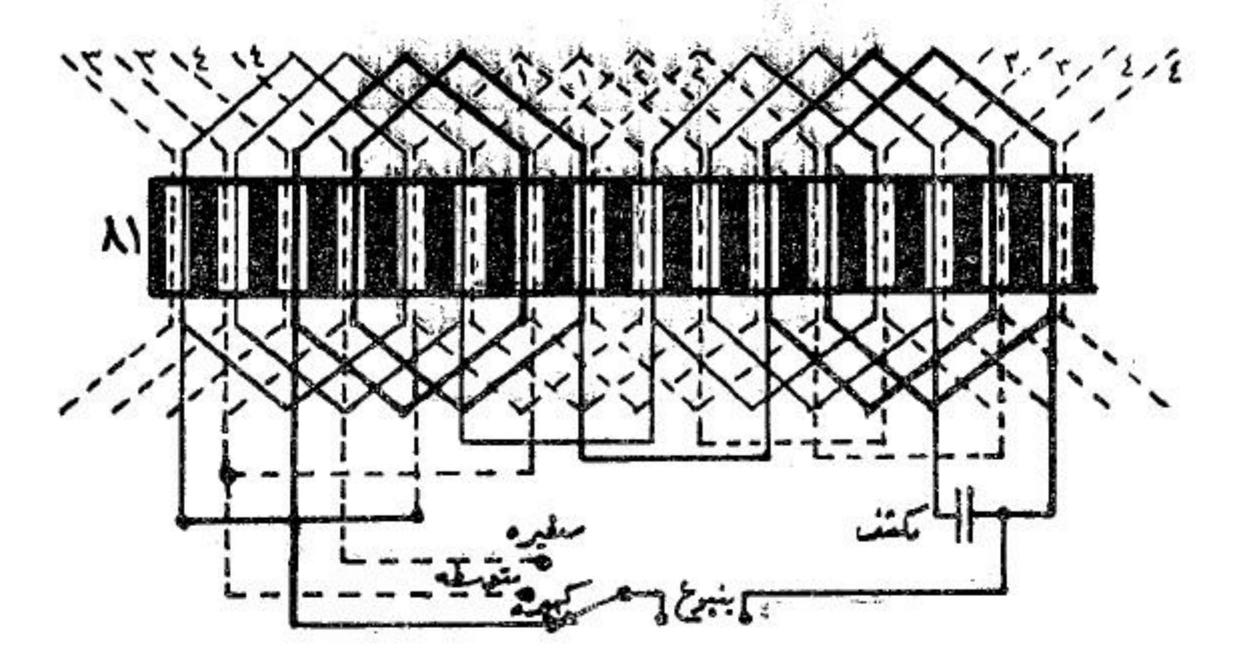
خطوة لف جميع الملفات (٤ ــ ٦) متداخلة



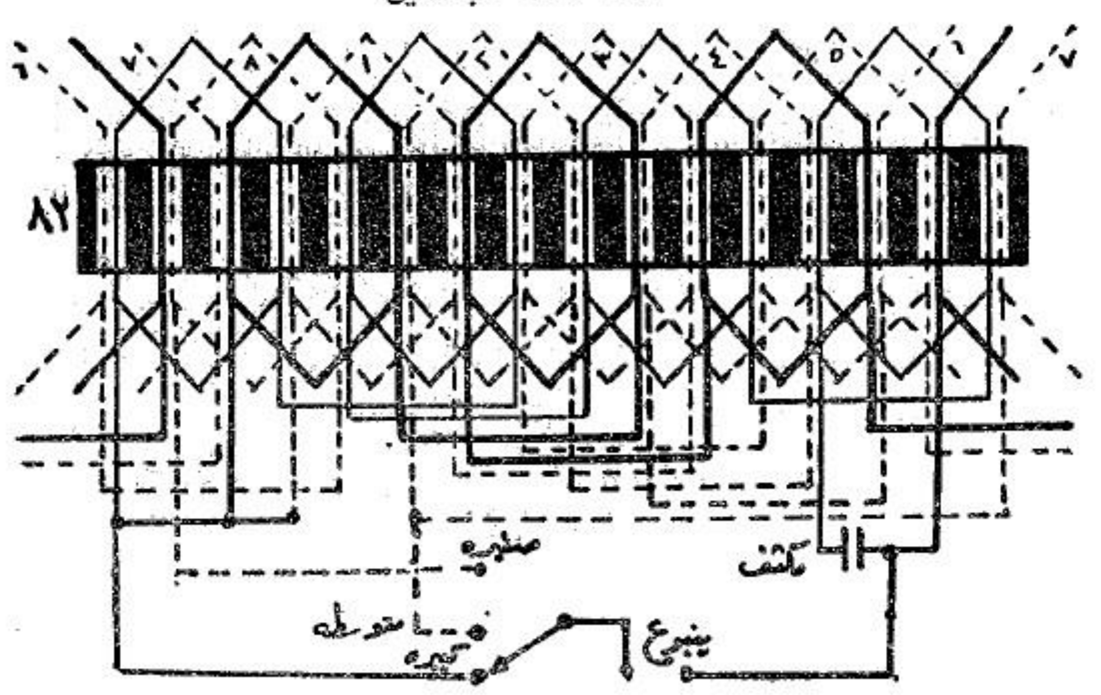
محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٣ سرعات ٤ قطب خطوة لف (١ — ٥) ثابتة
عدد مجارى القطب الكامل (تشـــغيل وتقـــويم) = ١٦ ÷ ٤ = ٤ مجرى

∴ خطوة اللف لجميع الملفات = ٤ + ١ = ٥ مجرى

نوع اللف جانبين تشغيل مع سرعات وتقويم مع سرعات



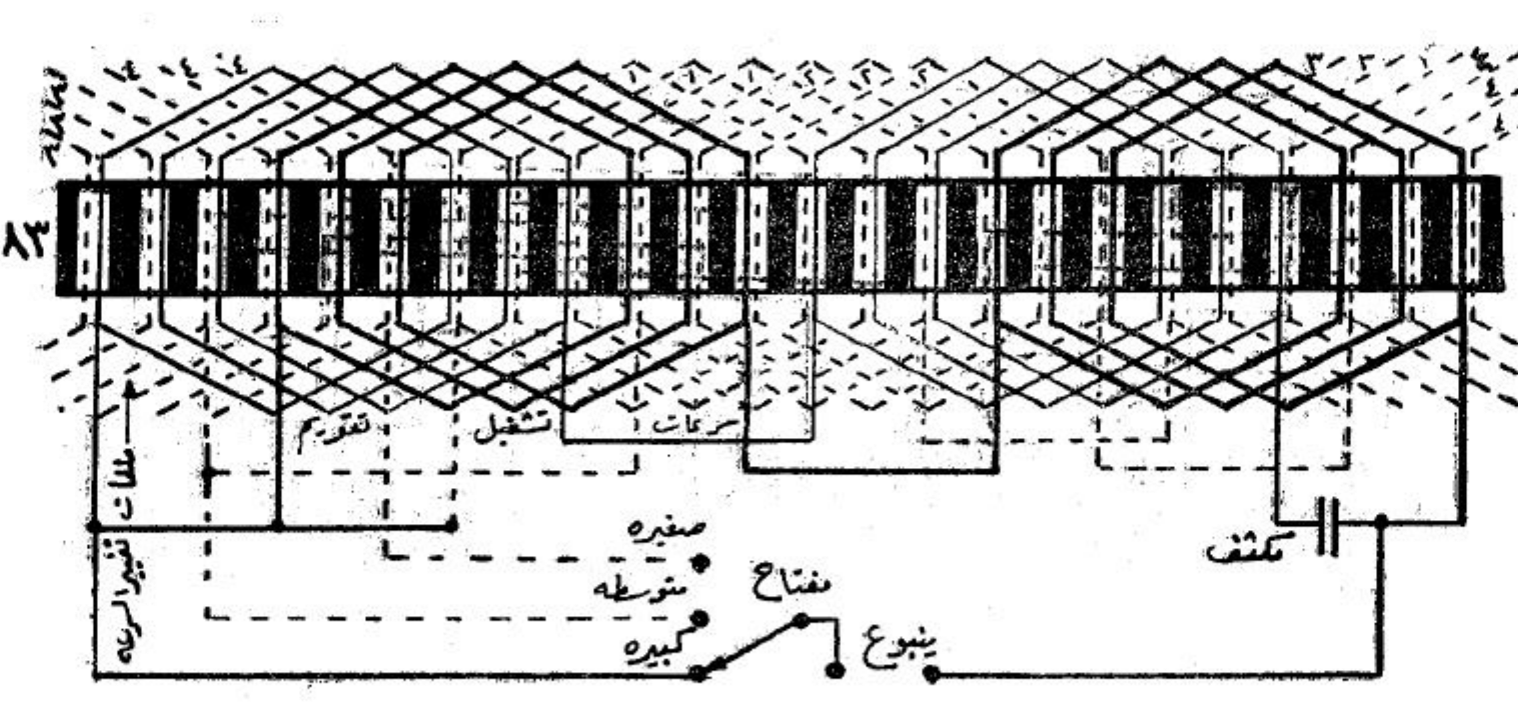
محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٣ سرعات ٤ قطب خطوة لف (١ — ٤)
ثابتة ذات الجناحين

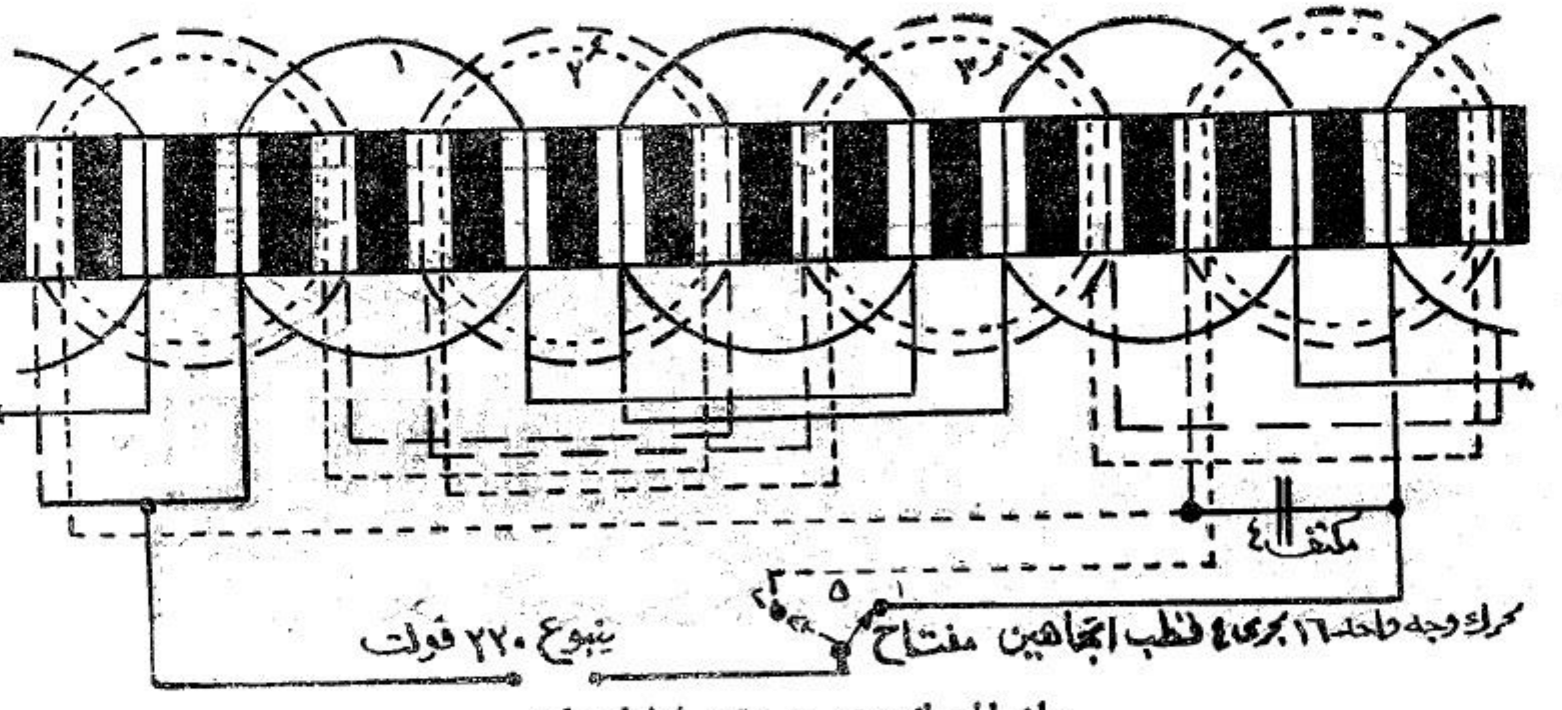


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٣ سرعات ٤ قطب السرعة الكبيرة

خطوة لف جميع الملفات (١ — ٧) ثابتة تشغيل وتقويم سرعات

عندما يكون المحرك ثلاث سرعات تقسم ملفات السرعات الى نصفين بحيث توصل الملفات رقم (١) مع (٣) والملفات رقم (٢) مع (٤) وطرف السرعة المتوسطة من وصلة بداية (٢) مع نهاية (٣)





بيان المحرك وهو سرعتين شفط وطرد

رقم (١) ملفات تشغيل قطر السلك ٢ر. مم وعدد لفات ٩٠٠ لفة .
رقم (٢) ملفات التقويم قطر السلك ٢ر. مم وعدد لفات ٥٦٠ لفة .
رقم (٣) ملفات تغيير السرعة قطر السلك ٢ر. وعدد لفات ٥٦٠ لفة .
رقم (٤) مكثف سعته ٢ ميكرفراد ٢٢٠ فولت .

رقم (٥) مفتاح تشغيل (١) التشغيل بالتوازى مع التقويم ومعه المكثف (شفط) .
(٢) التشغيل ومعه المكثف وبالتوازى مع التقويم المتصل توالى مع تغيير السرعة (طرد)

محركات الثلاثة اوجه
ذات السرعات

هذا النوع من المحركات يمكن الحصول منه على اكثر من سرعة :

١ — الحصول على سرعتين متناصفتين ٢/٤ قطب (٣٠٠٠/١٥٠٠ لفة)

٢ — الحصول على سرعتين متناصفتين ٤/٨ قطب (١٥٠٠/٧٥٠ لفة)

٣ — او الحصول على سرعتين غير متناصفتين مثل ٤/٦ قطب (١٥٠٠/١٠٠٠ لفة)

وفى بعض المحركات يمكن الحصول على ثلاثة سرعات (٧٥٠/١٥٠٠/٣٠٠٠ لفة) .

السرعات المتناصفة

قبل أن نتكلم عن السرعات يجب أن نعلم انه فى المحرك ذو السرعة الواحدة اذا أريد تغيير لفه مع تغيير قيمة سرعته سواء الى اكبر أو اقل يجب اتباع الآتى :

١ — يقسم المحرك حسب عدد اقطاب السرعة الجديدة للحصول على الآتى :

(أ) عدد مجارى كل قطب .
(ب) عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب .
(حـ) قيمة الخطوة الجديدة .

٢ — حساب مساحة مقطع سلك ملفات السرعة الجديدة وكذا عدد لفات الملف الجديد وذلك باستعمال القانون الآتى :

(أ) مساحة مقطع سلك السرعة الجديدة

$$= \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}} \times \text{مساحة مقطع السلك القديم} = \text{مم}^2$$

(ب) عدد لفات الملف الجديد

$$= \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}} \times \text{عدد لفات الملف القديم} = \text{لفة}$$

ويستعمل هذا القانون لتغيير أى سرعة الى سرعة اخرى مثل من ١٠٠٠ لفة الى ١٥٠٠ لفة أو من ٣٠٠٠ الى ١٥٠٠ لفة وهكذا والسبب فى هذا التغيير فى مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف هو أن لكل سرعة مجال مغناطيس ولكل مجال مقاومة استنتاجية ولكل مقاومة شدة تيار ولكل شدة تيار مساحة مقطع سلك ولكل مساحة مقطع سلك عدد لفات

فى المحرك الذى نحصل منه على سرعتين متناسفتين يجب أن يكون لكل سرعة مساحة مقطع سلك وعدد لفا تولكن نحد أن هذا المحرك يلف بنوعية واحدة من الملفات تستعمل للسرعتين ولكى ينفذ القانون السابق ليتواجد عندنا نوعين (مساحة مقطع وعدد لفات) نجد يتم هذا من طريق التوصيل داخل المحرك لمجموعات الأوجه الثلاثة والتوصيل خارج المحرك لأطراف الأوجه مع التيار والرسومات الآتية توضح هذا .

السرعتين الغير متناصفتين

فى هذا المحرك يتم التقسيم ولف الملفات كل سرعة على حده لذا نجد داخل المحرك نوعين من الملفات من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف ولكل نوعية من هذه الملفات خاصة بسرعة ويعتبر المحرك فى هذه الحالة كأنه محركين داخل جسم محرك واحد ويخرج منه اثنى عشر طرفا منها ستة أطراف بسرعة والستة الأخرى للسرعة الثانية وتوصل كل منهما اما بطريقة الدلتا أو النجمة .

تقسيم المحركات المتناصفة

هذه المحركات يمكن لفها اما بخطوة ثابتة او متداخلة جانبين فى المجرى ولكل حالة طريقة خاصة للحصول على خطوة اللف كالآتى :

البيانات الخاصة بتقسيم المحرك

١ — تحسب عدد اقطاب كل سرعة من السرعتين .

٢ — تحسب عدد مجارى كل قطب لكل سرعة

٣ — تحسب عدد مجموعات كل وجه وهى = عدد أقطاب السرعة الكبيرة

٤ — تحسب عدد مجارى كل مجموعة وهى = عدد مجارى المحرك / عددمجموعات الوجه × عدد الأوجه

٥ — نوعية اللف وهى جانبين فى المجرى .

٦ — نوعية الخطوة اما ثابتة أو متداخلة .

٧ — قيمة الخطوة فى الثابتة أو الخطوات فى المتداخلة .

(أ) اذا كان عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة رقم صحيح بدون كسر تكون الخطوة = عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة + ١

(ب) اذا كان عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة رقم صحيح وكسر مثل ١٨ مجرى ٤ قطب = ٤ $\frac{1}{2}$ مجرى .

تكون الخطوة = عدد مجارى مجموعة الوجه + ٣

(حـ) فى حالة المتداخلة تحسب أولا قيمة خطوة الملف الأصغر كالآتى :

خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى المجموعة ÷ ٢) + ٢

خطوة الملف الثانى = خطوة الأصغر + ٢ وهكذا الباقى الخطوات التى يحدد عددها هو عدد مجارى المجموعة مثلا اذا كان عدد مجـارى المجموعة ثلاثة مجارى يكون عدد الخطوات المتداخلة ثلاثة .

أمثـلة للأوضـاع السابقة

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين (٣٠٠٠/١٥٠٠ لفة/دقيقة) ٥٠:

التقسـيم

١ — (أ) عدد اقطاب السرعة الكبيرة = $\frac{٢ \times ٦٠ \times ٥٠}{٣٠٠٠}$ = ٢ قطب

(ب) عدد أقطاب السرعة الصغير = $\frac{٢ \times ٦٠ \times ٥٠}{١٥٠٠}$ = ٤ قطب

٢ — (أ) عدد مجارى قطب السرعة الكبير = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى

(ب) عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ قطب

٣ — عدد مجموعات كل وجه = عدد اقطاب السرعة الكبيرة = ٢ مجموعة

٤ — عدد مجارى كل مجموعة لكل وجه = $\frac{٢٤}{٢ \times ٣}$ = ٤ مجرى

٥ — نوعية اللف جانبين فى المجـــرى .

٦ — نوعية الخطوة يحدد اما ثابتة أو متداخلة .

٧ — قيمة الخطـــوة ثابتة = ٦ + ١ = ٧

قيمة خطوة الملف الأصغر = (٤ ÷ ٢) + ٢ = ٤ مجرى

خطوة الملف الثانى = ٤ + ٢ = ٦

خطوة الملف الثالث = ٦ + ٢ = ٨

خطوة الملف الرابع = ٨ + ٢ = ١٠

لاحظ ان متوسط هذه الخطوات الأربعة = ٧ وهو قيمـــة الخطوة الثابتـــة .

٨ — تحسب قيمة المجرى بالدرجات على اساس مجارى قطب السرعـــة الكبيرة = ١٨٠° ÷ ١٢ = ١٥°

٩ — بعد بدايات الأوجه = ١٢٠° ÷ ١٥° = ٨ مجرى

مثـــال آخـــر

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين ١٥٠٠/٧٥٠ لفة/دقيقة .

١ — عدد الأقطاب كالآتى بعد الحساب ٤/٨ قطب .

٢ — (أ) عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى

(ب) عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة = ٣٦ ÷ ٨ = ٤½ مجرى

٣ — عدد المجموعات لكل وجه = ٤ مجموعة

٤ — عدد مجارى كل مجموعة = $\frac{٣٦}{٤ \times ٣}$ = ٣ مجرى

٥ — نوعية اللف جانبين .

٦ — نوعية الخطوة ثابتة أو متداخلة .

٧ — مقدار الخطوة = ٣ + ٣ = ٦ لتواجد الكسر فى مجارى القطب .

خطوة الملف الأصغر متداخلة = (٣ ÷ ٢) + ٢ = ٣½ يعدل الى ٤ مجرى

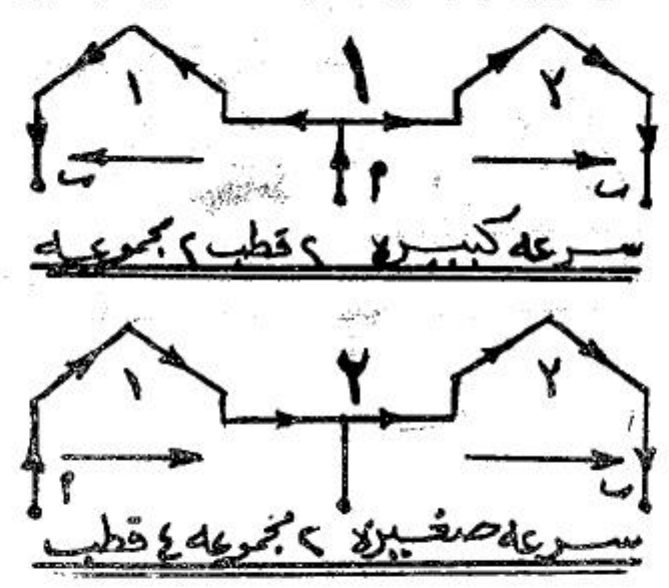
٨ — قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٩ = ٢٠°

٩ — بعد بدايات الأوجه = ١٢٠° ÷ ٢٠° = ٦ مجرى

بعد حسابات التقسيم السابقة يأتى دور رسم الانفـــراد وتوصيل المجموعات لكل وجه وتوصيل الأوجه مع بعضها ثم توصيل المحرك عـــلى التيار وأخذ كل سرعة من السرعتين مع تطبيق القانون الخـــاص بتغيير كل من مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف .

عندما يكون المحـــرك ٢/٤ قطب يكون عدد مجموعات الوجـــه اثنين وعندما يكون ٤/٨ قطب يكون عدد مجموعات الوجه أربعة ولكل حـــالة توصيل خاص للمجموعات .

توصيل مجموعتين للسرعة الصغيرة والكبيرة

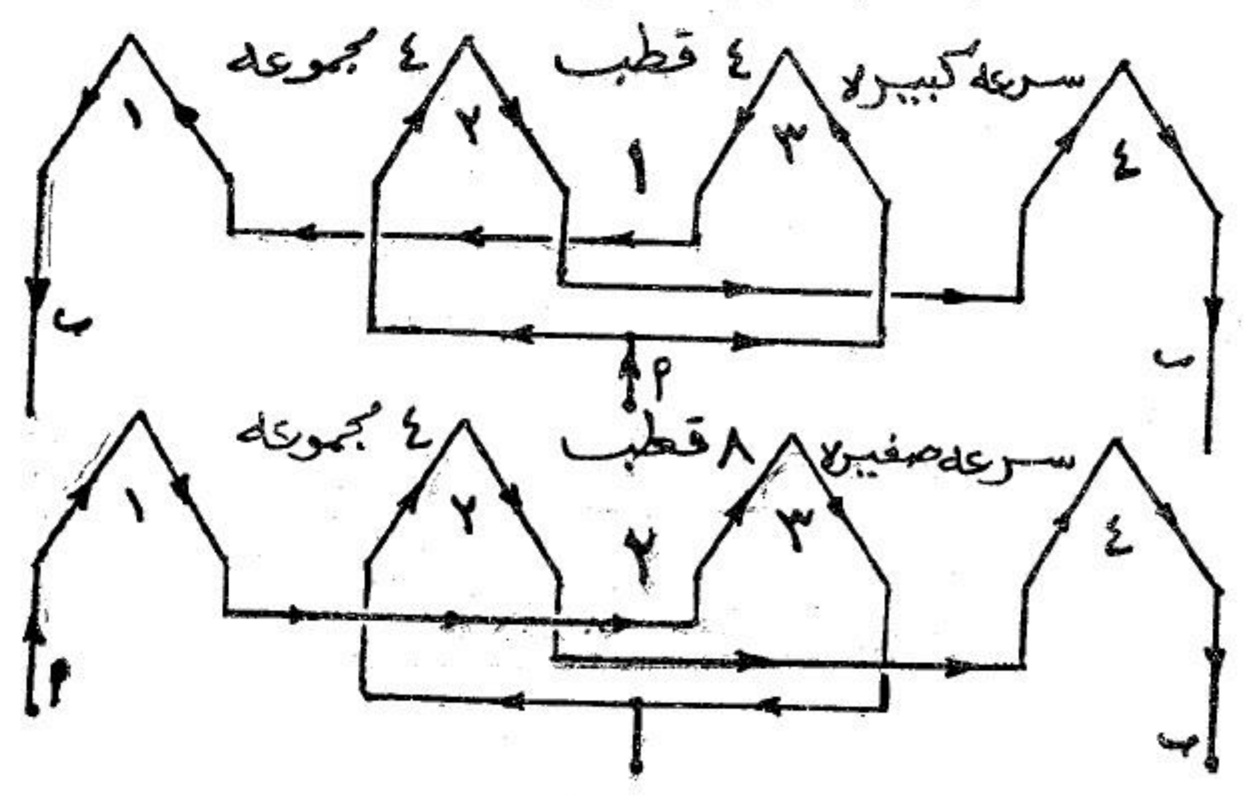


عندما يكون للوجه أربعة مجموعات لابد من تحويلها الى مجموعتين ابدأ بنهاية المجموعة الأول لكل وجه ثم وصل نهايتها مع بداية المجموعة الثالثة بحيث تعتبر المجموعة الأولى والثالثة كأنها مجموعة واحدة ثم وصل نهاية المجموعة الثانية مع بداية المجموعة الرابعة وكأنهما المجموعة الثانية ثم وصل نهاية المجموعة الثالثة مع بداية المجموعة الثانية وأخرج طرف الوسط .

فى الرسم رقم (١) دخول التيار من (أ) وله اتجاهين ويكون أربعة أقطاب وأربعة مجموعات .

فى الرسم رقم (٢) دخول التيار من (أ) وله اتجاه واحد فيكون أربعة مجموعات وثمانية أقطاب مع عدم استعمال طرف الوسط .

توصيل أربعة مجموعات للسرعة الصغيرة والكبيرة



توصيل الأوجـــه داخل المحـــرك

للفات الأوجه الثلاثة توصيل آخر داخـــل المحرك يسمى بتوصـــيل الدلتا الداخلية أو النجمة الداخلية كالآتى :

الدلتا الداخلية : وصل نهاية الوجه الثانى مع بداية الوجه الأول .
وصل نهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه الثانى .
وصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثالث .

إخرج من وصلة كل وجهين طرف يعتبر رأس دلتا وأعطى الوصلة الأولى حـــرف (u) والوصلة الثانيـــة حرف (v) والثالثة (w) وعلى هذا يكون للمحرك ستة أطراف ثلاثة وسط (x, y, z) وثلاثة رؤوس دلتا (u, v, w) تخرج خارج المحرك لتوصيلها مع التيـــار خاصة للحصول على كل من السرعتين .

النجمة الداخلية : وصل نهاية كل من الوجـــه الأول والثانى والثالث
مع بعضها وأخرج طرف هو طرف نقطة النجمـــة
واعطى بداية الأول (u) وبداية الثانى (v)
والثالث (w) وأطراف الوسط (x,y,z)

وعلى هذا يكون للمحرك سبعة أطراف ثلاثة أطراف بدايات وثلاثة أطراف وسط ثم طرف نقطة النجمة تخرج هذه الأطـــراف الســـبعة الى خارج المحرك لتوصيلها مع أطراف التيار بالطريقة التى تحصل منها على كل من السرعتين .

توصيل الأطراف خارج المحرك

للحصول على السرعة الصغيرة فى حالة الدلتا الداخلية وصل أطراف الينبوع الثلاثة مع أطراف رؤوس الدلتا الثلاثـــة مع ترك أطراف الوسط دون أى توصيل .

للحصول على السرعة الكبيرة فى حالة الدلتا الداخلية وصل أطراف الينبوع الثلاثة مع أطراف الوسط الثلاثة مع قصر او قفل أطراف رؤوس الدلتا الثلاثـــة مع بعضها وفى هذه الحـــالة تكون نجمة مزدوجة يترتب عليها تغيير قطر السلك وعدد لفات الملف وبهـــذا يتم تنفيذ قانون تغيير السرعـــة الى سرعـــة أخـــرى وما يتبعها من تغيير كل من قطر السلك وعدد لفات الملف .

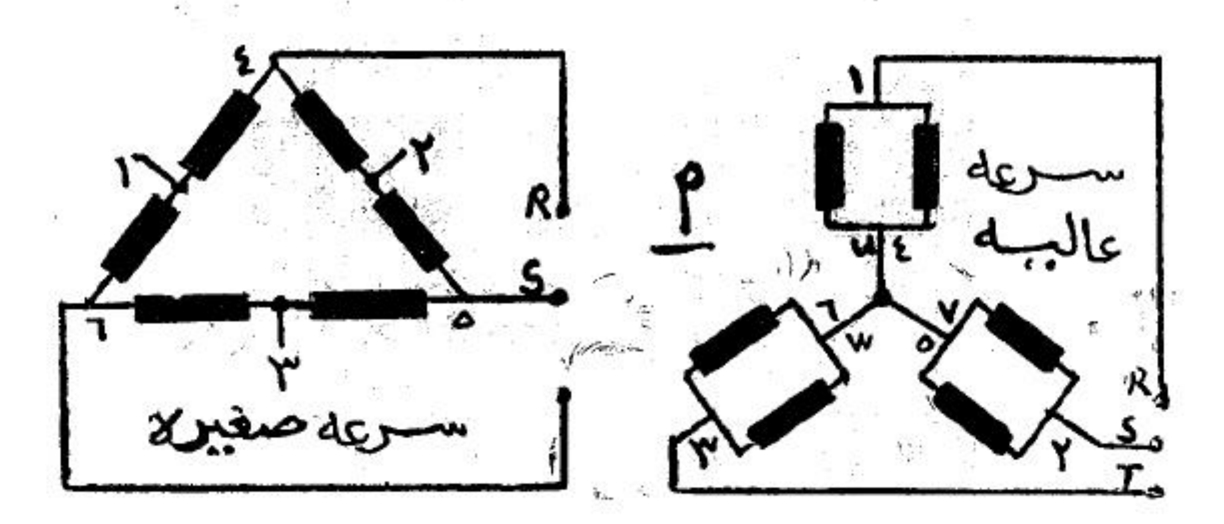
أما فى حالة النجمة الداخلية للحصول على السرعة الصغيرة توصل أطراف الينبوع الثلاثة مع بداية الاوجه الثلاثـــة مـــع ترك كل من أطراف الوسط وطرف نقطة النجمة دون اى توصيل .

للحصول على السرعة الكبيرة فى حالة النجمة الداخلية وصل اطراف الينبوع الثلاثة مع أطراف الوسط الثلاثة ثم وصل اطراف البدايات الثلاثة مع طرف نقطة النجمة وفى هذه الحـــالة تكون النجمـــة المزدوجـــة التى يترتب عليها تنفيذ قانون تغيير كل من قطر السلك وعدد لفات الملف .

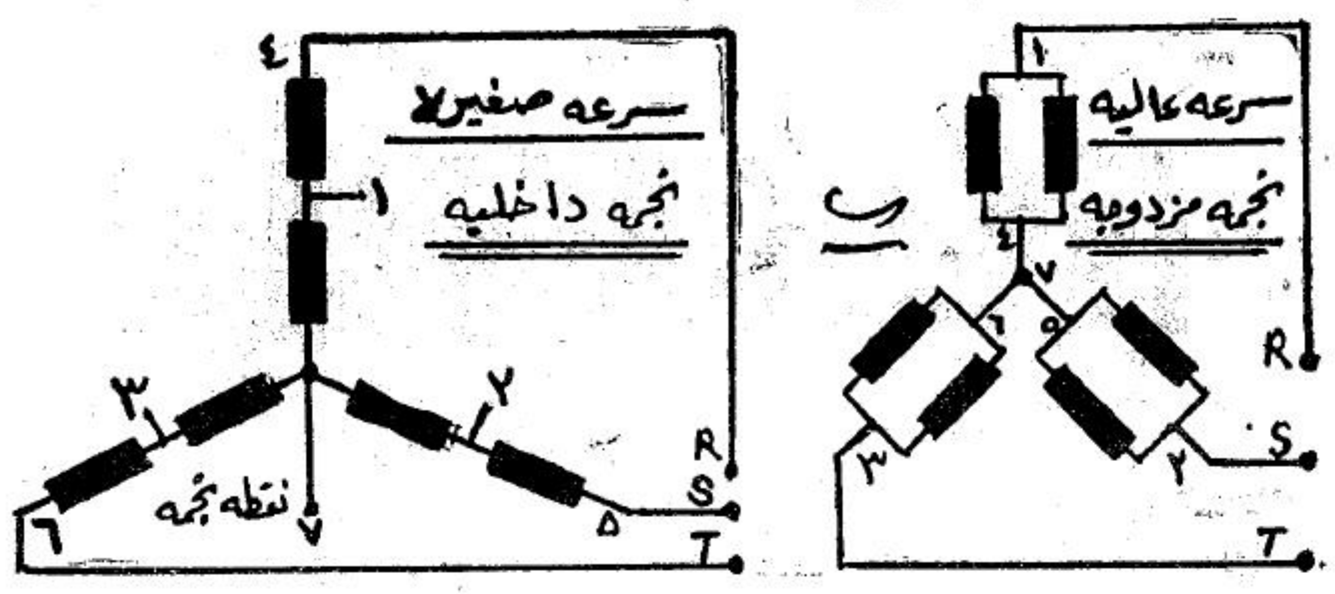
فى الرسومات الآتية الأرقـــام (١ ، ٢ ، ٣) هى أطراف الوسط وهى (X. Y. Z.)والأرقام (٤ ، ٥ ، ٦) هى اما رؤوس الدلتا أو اطراف بدايات الأوجه وهى (U, V, W) ورقم (٧) طرف نقطة النجمة .

كما أن الرسومات الآتية تبين توصيل الدلتا الداخليـــة والنجمـــة المزدوجة خارجيا وكذا النجمة الداخلية والنجمة المزدوجة خارجيا .

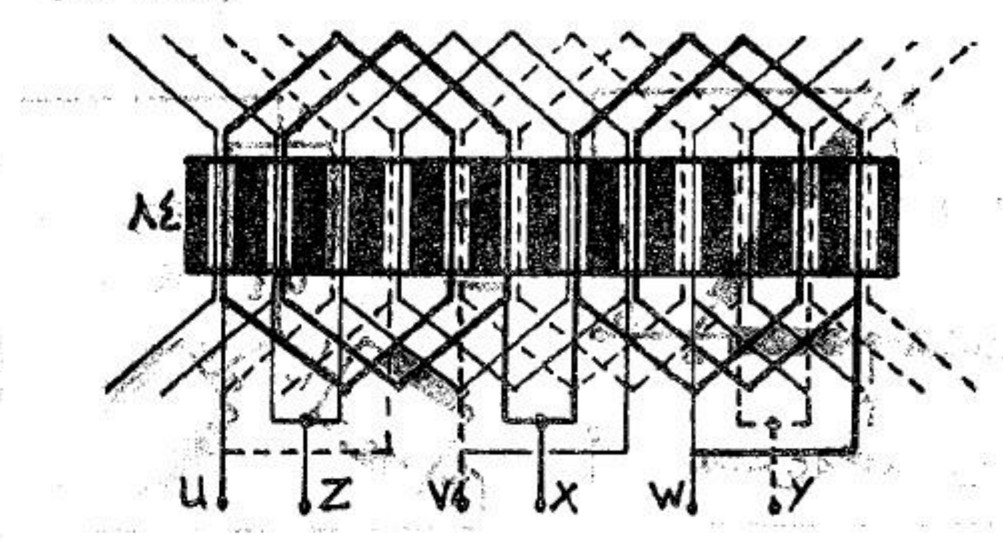
توصيل المجموعات والأوجه دلتا داخلية للسرعة الصغيرة ونجمة مزدوجة خارج المحرك للسرعة الكبيرة وعدد الأطراف ستة ثلاثه رؤوس دلتا وثلاثة وسط .



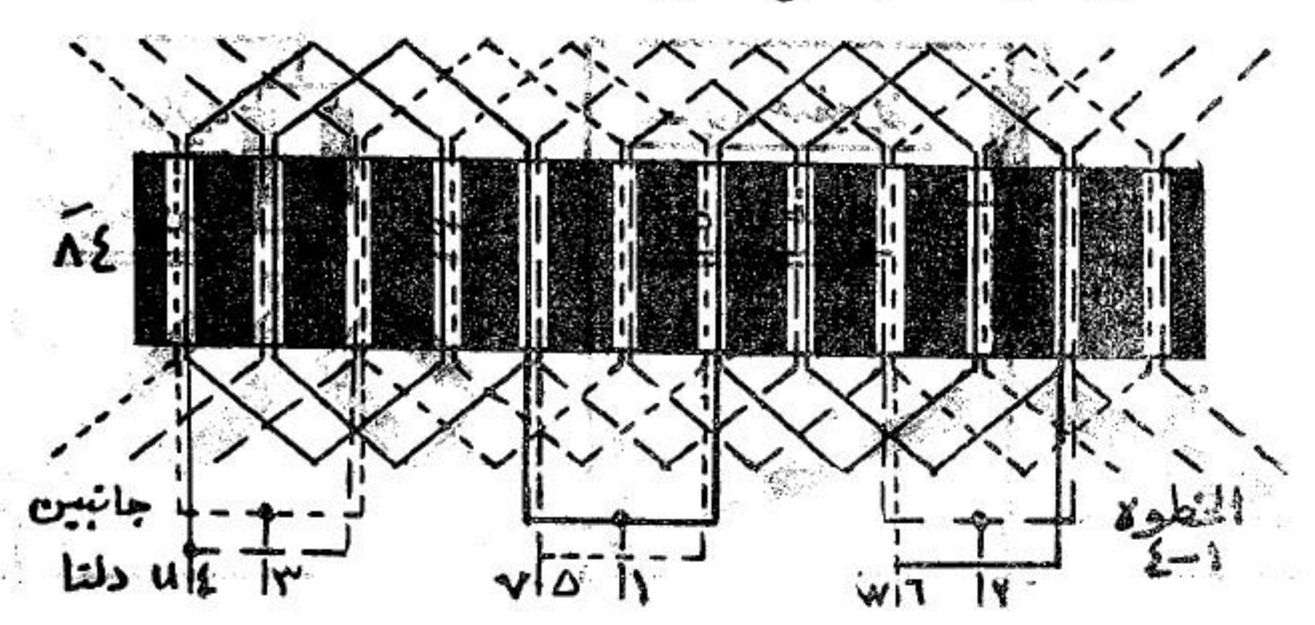
توصيل المجموعات والأوجه نجمة داخلية للسرعة الصغيرة ونجمة مزدوجة خارج المحرك للسرعة الكبيرة وعدد الأطراف سبعة ثلاثة بدايات وثلاثة وسط وواحد نقطة نجمة .



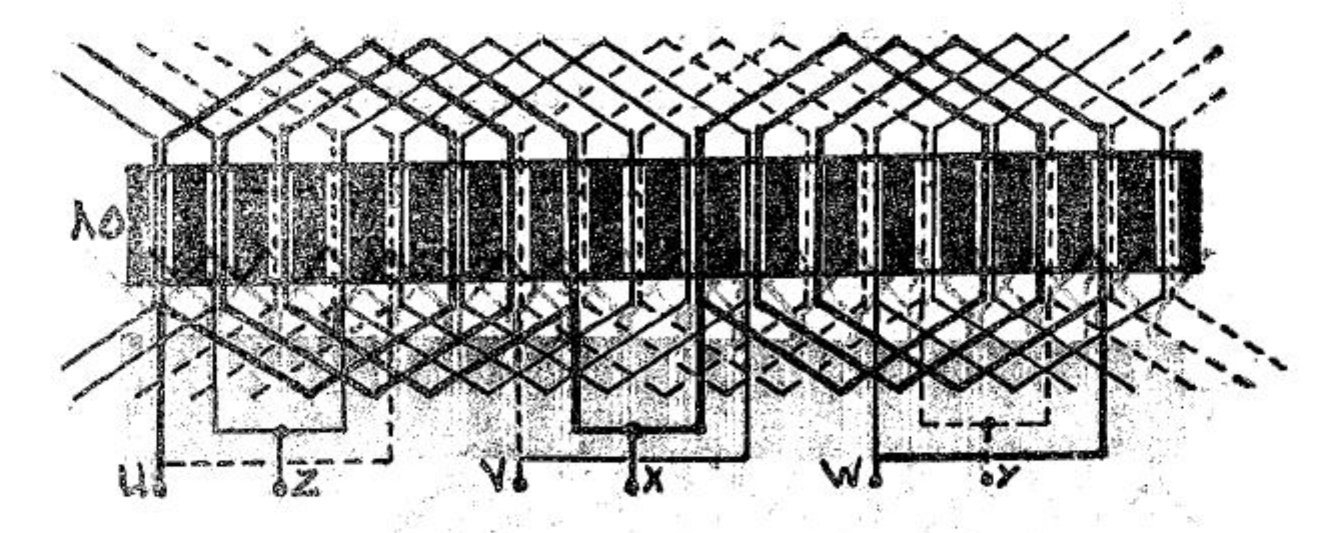
محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٥) ٢/٤ قطب يمكن اعتبار (١ ، ٢ ، ٣) وهى أرقام الدلتا الداخلي (u. v. w) واعتبار (٤ ، ٥ ، ٦) وهى أرقام الوسط للسرعة الكبيرة (X. Y. Z.)



محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢/٤ قطب جانبين فى هذا المحرك الخطوة (١ — ٤) على أساس عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة (٣) + ١ = ٤ والتوصيل دلتا داخلية يمكن جعلها نجمة داخلية مع اخراج سبعة اطراف حسب الشرح السابق .



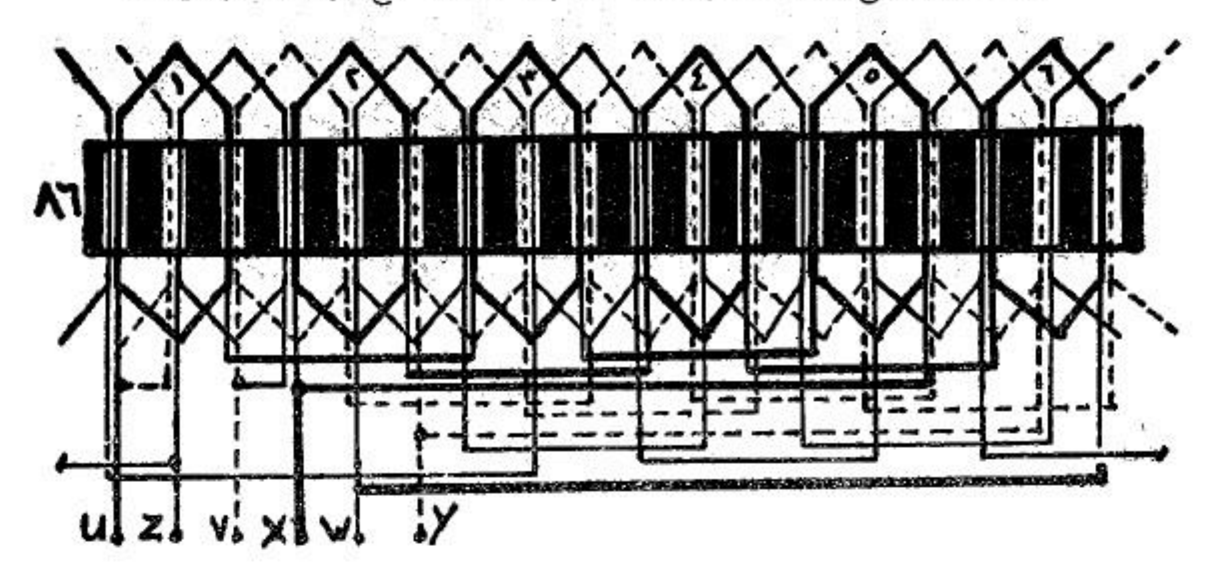
محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٦) ٢/٤ قطب



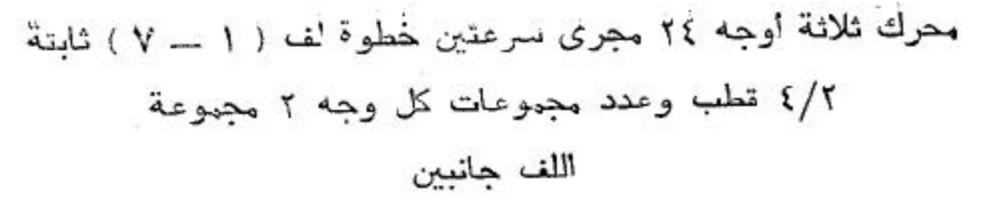
فى هذا المحرك عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة به كسر وهو ٤½ مجرى وعلى هذا تحسب قيمة خطوة الملف على أساس عدد مجارى المجموعة وهو ٣ + ٣ = ٦ وفى حالة المتداخلة يكون الملف الأصغر = (٣ ÷ ٢) + ٢ = ٣½ تعدل الى ٤ مجرى والثانى ٦ والثالث ٨ والمتوسط = ٦ وهو قيمة الخطوة الثابتة .

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٣) ٦/١٢ قطب وعدد مجموعات كل وجه ٦ مجموعة وفى هذه الحالة يكون توصيل (١ ، ٣ ، ٥) كمجموعة وتوصيل (٢ ، ٤ ، ٦) كمجموعة ثم توصيل النهاية (٥) مع بداية (٢) لاخراج طرف الوسط .

ينفذ فى جميع ملفات المجموعة للأوجه الثلاثة مع مراعاة البداية .



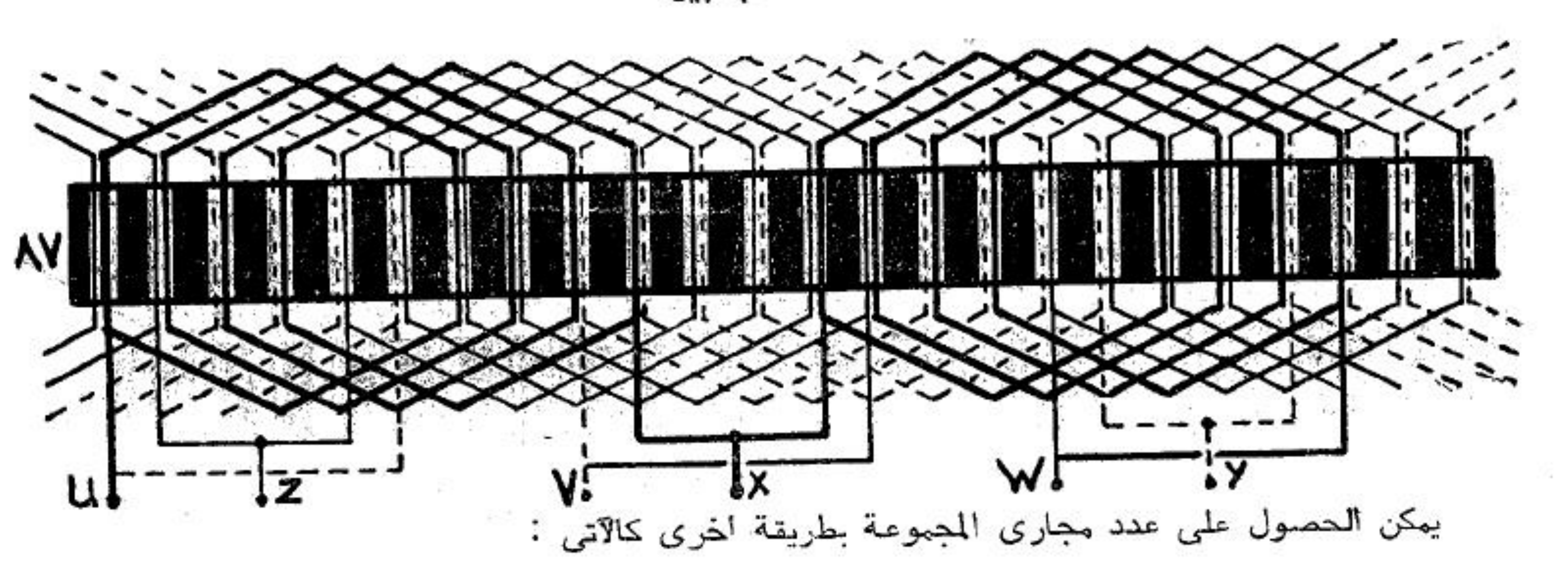
يختلف توصيل مجموعات الوجه فى حالة ٢/٤ قطب عن ٤/٨ قطب، عن ٦/١٢ قطب وذلك للحصول على مجموعتين فقط مهما كان عدد مجموعات الوجه ويمكن الحصول على المجموعتين فى حالة ٤/٨ قطب ، ٦/١٢ قطب وذلك عن طريق توصيل المجموعات ذات الرقم الفردى مع بعضها مكونة مجموعة والمجموعات ذات الرقم الزوجى مع بعضها مكونة مجموعة ثم توصل المجموعتين مع بعضها للحصول على طرف الوسط وذلك بتوصيل نهاية المجوعات الفردية مع بداية المجموعات الزوجية واخراج طرف من هذه الوصلة .



محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٧) ثابتة

٢/٤ قطب وعدد مجموعات كل وجه ٢ مجموعة

اللف جانبين

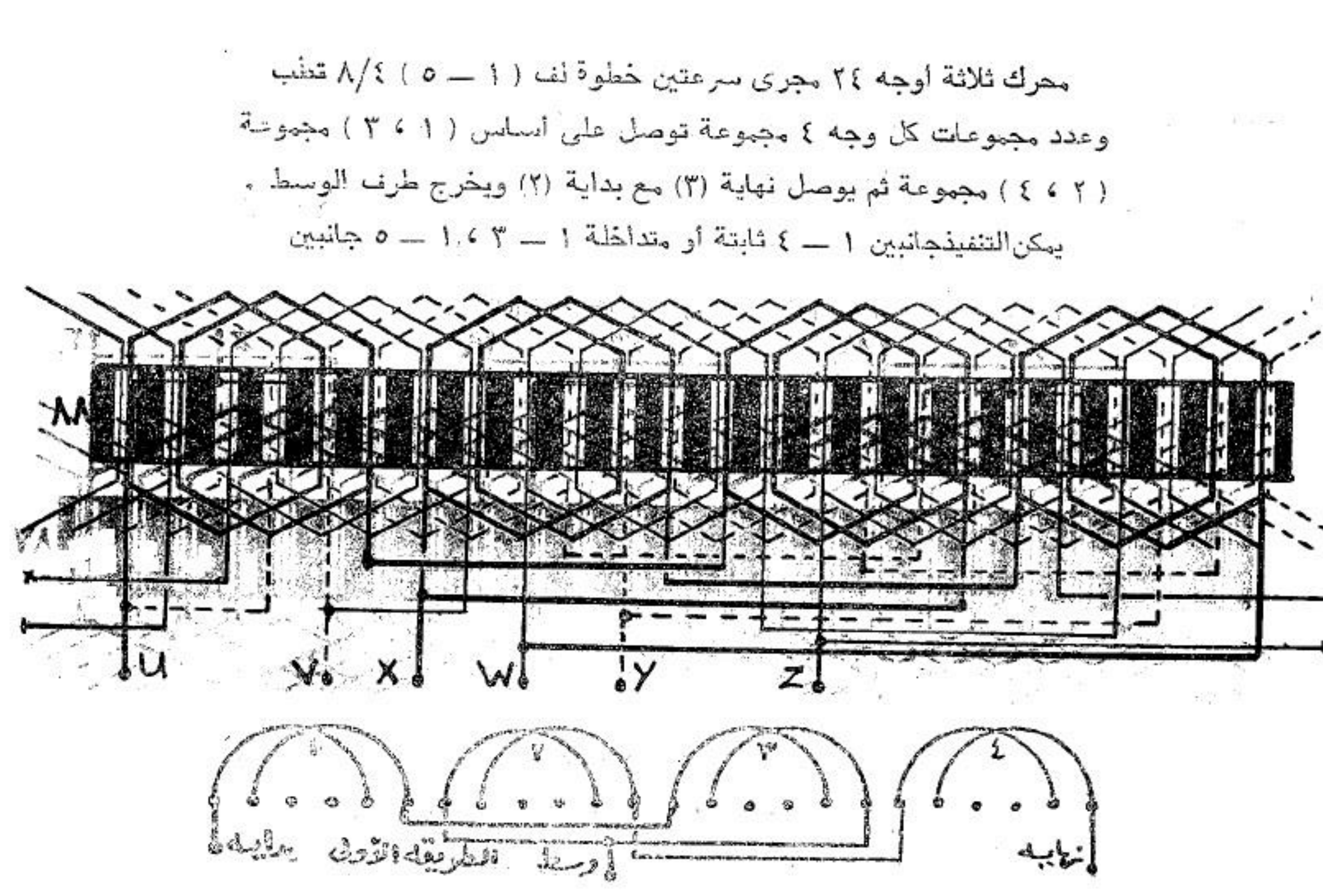


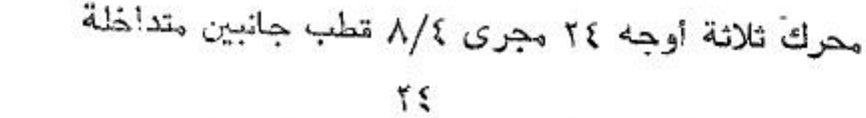
يمكن الحصول على عدد مجارى المجموعة بطريقة اخرى كالآتى :

عدد مجارى كل مجموعة = عدد مجارى المحرك ÷ (عدد مجموعات كل وجه × ٣) = ٢٤ ÷ (٢ × ٣) = ٤ مجرى

خطوة اللف = عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة + ١ = ٦ + ١ = ٧

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٥) ٨/٤ قطب
وعدد مجموعات كل وجه ٤ مجموعة توصل على أساس (١ ، ٣) مجموعة
(٢ ، ٤) مجموعة ثم يوصل نهاية (٣) مع بداية (٢) ويخرج طرف الوسط .
يمكن التنفيذ جانبين ١ — ٤ ثابتة أو متداخلة ١ — ٣ ، ١ — ٥ جانبين





محركَ ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨/٤ قطب جانبين متداخلة

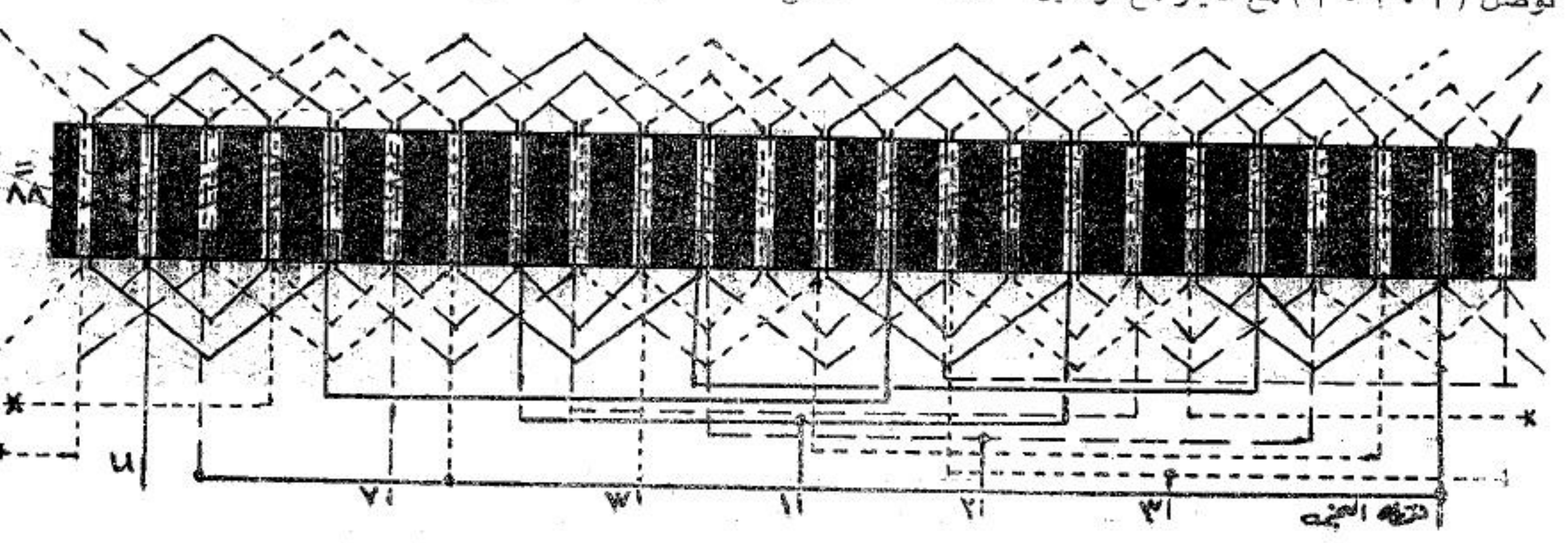
$$\text{عدد مجارى المجموعة} = \frac{٢٤}{٣ \times ٤} = ٢ \text{ مجرى}$$

خطوة الملف الأصغر = (٢ ÷ ٢) + ٢ = ٣ مجرى

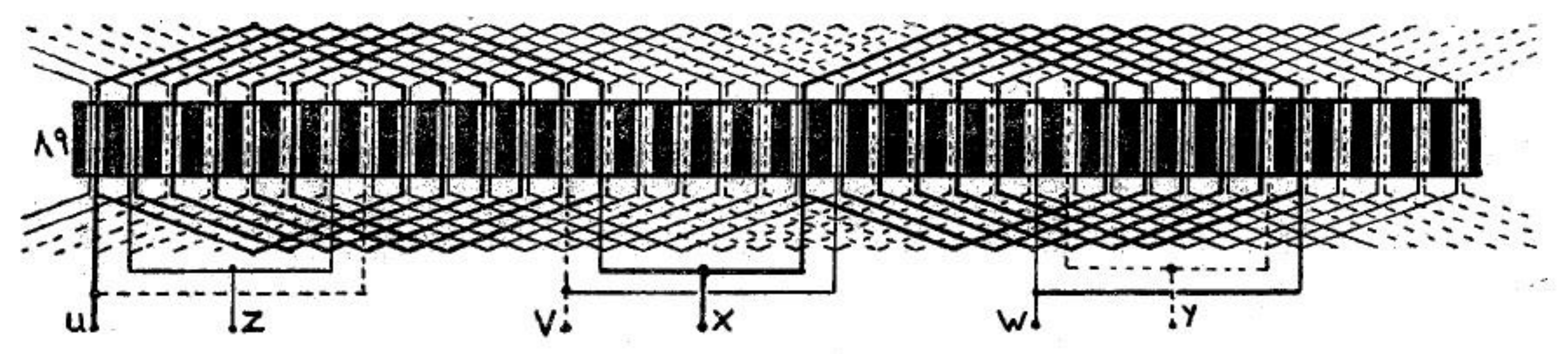
خطوة الملف الثانى = ٣ + ٢ = ٥ مجرى

المحرك له سبعة أطراف توصيل (W - V - U) مع التيار سرعة صغيرة

توصل (١ ، ٢ ، ٣) مع التيار مع توصيل (W - V - U) مع نقطة النجمة سرعة كبيرة



محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٩) ٢/٤ قطب
عدد مجموعات كل وجه ٢ مجموعة
فى هذا المحرك يمكن جعل الخطـــوة (١ — ١٠) مجـــارى قطب السرعة الصغيرة + ١



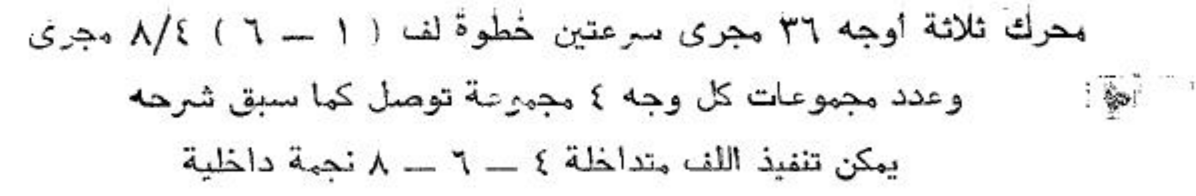
يمكن لف هذا المحرك على أساس خطـــوة متداخلة جانبين باعتبار عدد مجارى المجموعة = $\frac{٣٦}{٣ \times ٢}$ = ٦ مجرى

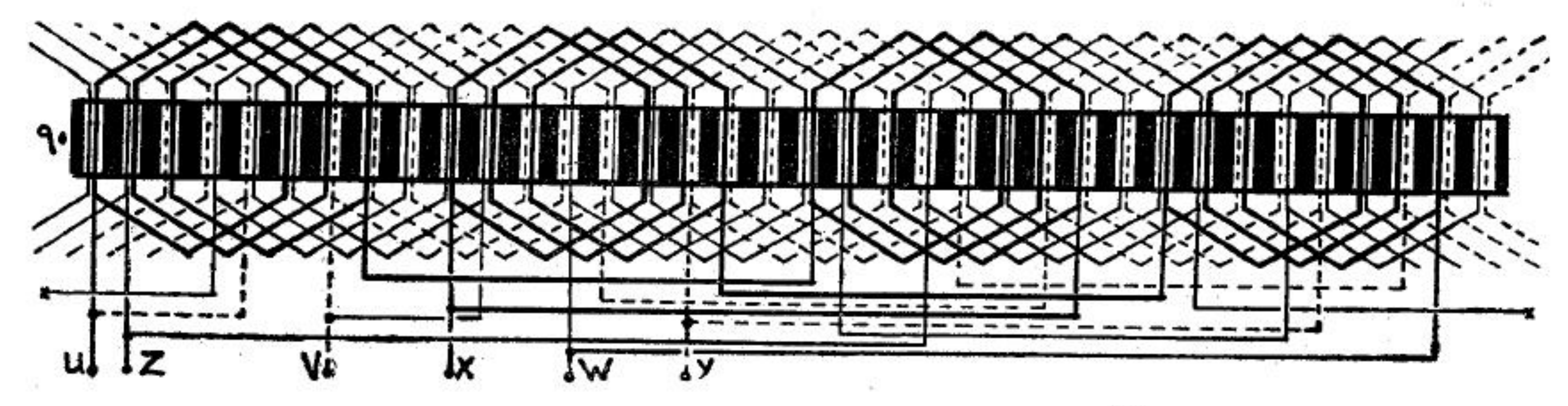
خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى المجموعة ÷ ٢) + ٢ = (٦ ÷ ٢) + ٢ = ٥ مجـــرى والملف الثانى ٧ مجرى والثالث ٩ مجرى والرابع ١١ مجرى والخامس ١٣ مجرى والسادس ١٥ مجرى بمتوسط ١ — ١٠ .

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٦) ٨/٤ مجرى

وعدد مجموعات كل وجه ٤ مجموعة توصل كما سبق شرحه

يمكن تنفيذ اللف متداخلة ٤ — ٦ — ٨ نجمة داخلية



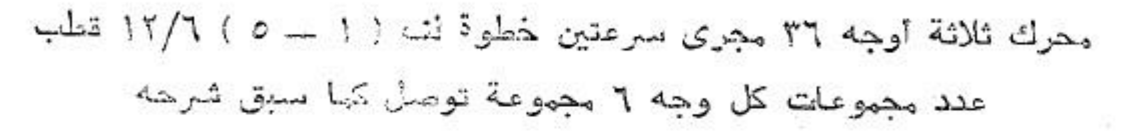


$$\text{عدد مجارى المجموعة} = \frac{٣٦}{٤ \times ٣} = ٣ \text{ مجرى}$$

خطوة اللف ثابتة = عدد مجارى المجموعة + ٣ = ٦ مجرى لتواجد كسر فى عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة الذى تحسب عليه قيمة الخطوة + ١

حساب خطوة اللف الأصغر متداخلة = (٣ ÷ ٢) + ٢ = $٣\frac{١}{٢}$ تعدل ٤

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوة لف (١ — ٥) ١٢/٦ قطب
عدد مجموعات كل وجه ٦ مجموعة توصل كما سبق شرحه



توصيل مجموعات الوجهه (١٢/٦) قطب

يمكن تنفيذ لف هذا المحرك على أســـاس خطـــوة ثابتة ١ — ٤ أو متداخلة ١ — ٣ ، ١ — ٥ .

تقسيم محركات ثلاثة أوجه
ثلاث سرعات

بعد التعرف على طريقة تقسيم وتوصيل محركات التيار المتغير التى تعمل على ثلاثة أوجه وتعطى سرعتين ننتقل بعد ذلك الى نفس المحركات ولكن لكى تعطي ثلاثة سرعات .

عند تقسيم هذه المحركات واعدادها للف الملفات الخاصة بسرعات المحرك الثلاث نجد أن عملية التقسيم هى العملية المتبعة فى حالة السرعتين من حيث البيانات المطلوبة وتنفيذ القوانين وقد يتبين هذا عند اتباع الآتى :

١ — أوجد عدد مجارى المحرك الكلية .

٢ — معرفة سرعات المحرك الثلاثة وتحويل كل منها الى ما يقابلهـا من عدد الأقطاب .

٣ — معرفة عدد مجموعة الوجه الواحد = عدد أقطـاب السرعة الصغيرة ÷ ٢ = مجموعة .

٤ — معرفة عدد ملفات المجموعة الواحد =

$$\frac{\text{عدد المجارى الكلية} \times ٢}{\text{عدد أقطاب السرعة الصغيرة} \times ٣} = \text{ملف}$$

٥ — خطوة اللف = عدد ملفات المجموعة الواحدة + ٣ = مجرى

مثـــال

محرك ثلاثة أوجـــه يحتوى على ٢٤ مجرى تعطى سرعات مقدارها (٧٥٠ ، ١٤٢٥ ، ٢٨٥٠) لفة/دقيقة يراد تقسيمه واعادة لفه .

التقســيم

السرعة الأولى (٧٥٠) لفة/دقيقة = ٨ قطب

السرعة الثانية (١٤٢٥) لفة/دقيقة = ٤ قطب

السرعة الثالثة (٢٨٥٠) لفة/دقيقة = ٢ قطب

عدد مجموعات كل وجه = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعة .

$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{٢٤ \times ٢}{٨ \times ٣} = ٢ \text{ ملف}$$

خطوة اللف = ٢ + ٣ = ١ — ٥ مجرى

مثــال آخــر

محرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٣٦ مجرى يعطى سرعــات مقدارها (٧٠٠ ، ١٤٠٠ ، ٢٨٠٠) لفة/دقيقة يراد تقسيمه واعادة لفه .

التقســيم

السرعة الأولى (٧٠٠) لفة/دقيقة = ٨ قطب

السرعة الثانية (١١٤٠) لفة/دقيقة = ٤ قطب

السرعة الثالثة (٢٨٠٠) لفة/دقيقة = ٢ قطب

عدد مجموعات الواحد = ٨ ÷ ٢ = ٤ = ٤ مجموعة .

$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{٣٦ \times ٢}{٨ \times ٣} = ٣ \text{ مجموعة}$$

خطوة اللف = ٣ + ٣ = ١ — ٦ مجرى

بعد عملية التقسيم السابقة لاى محرك يحتوى على ثلاثة سرعات نبدأ فى عملية اعداد الملفات على اساس جانبان فى المجرى ويكون مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف على اساس ان المحرك سرعة واحدة وهى السرعة الصغيرة .

عند اسقاط الملفات نبدأ بملفات المجموعة الاولى للوجه الأول ونعطى لبدايتها رقم (A 1) ونهايتها رقم (B 1) ثم اعطى للمجموعة التى تليها وهى لوجه آخر عند اسقاطها البداية A 2) والنهاية (B 2) وهــكذا المجموعة الثالثة عند اسقاطها بدايتها (A 3) ونهايتها (B 3 استمر فى هذا التسلسل للأرقام والمجموعات عند اسقاطها حتى تنتهى كل المجموعات . وبذلك نجد فى حالة المحرك (٢/٤/٨) قطب سواء كان ٢٤ مجرى أو ٣٦ مجرى يخرج لنا اثنى عشر طرفا بداية واثنى عشر طرفا نهاية — اخــرج هذه الأطراف جميعها الى علبة التوزيع حيث لا يوجد توصــيل مجموعات داخل المحرك كما هو الحال فى السرعتين .

توصيل ارقام المجموعات

فى هذا التقسيم تخرج جميع بدايات ونهايات المجموعات الى خـــارج المحرك حاملة أرقامها وعن طريق التوصيل لهذه الأرقام وبعضها يمـــكن الحصول على السرعات المطلوبة حسب الآتى :

للحصول على السرعات فى حالة (٢/٨٤/) قطب

توصيل المجموعـــات لتشـــغيل المحـــرك عـــلى (٢ قطب) (٢٨٠٠ لفة/دقيقة) .

(B 1 مع A 7, B 7 مع B 2, A 2 مع B 8)

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 5 مع A 11, B 11 مع B 6 A 6 مع B 12)

الوجه الثالث وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 4 مع A 10, B 10 مع B3, A3 مع B 9)

أطراف رءوس الدلتا وهى أطراف توصيل التيار

(A 4 مع A 1) طرف R (A 5 مع A 8)طرف S (A g مع A 12) طرف T

توصيل المجموعات لتشـــغيل على (٤ قطب) (١٤٠٠ لفة/دقيقة)

الوجه الأول وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(A 7 مع B 1), (B 4 مع A 10)

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 5 مع A 11), (A 2 مع B 8)

الوجه الثالث وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 3 مع A g), (A 12 مع B 6)

توصيل نقطة النجمة المزدوجة

(A 1 مع B 10 مع A 5 مع B 2 مع A 3 مع A 12)

أطراف توصيل التيار

B 7, A 4) طرف R (A 8 مع B 11) طرفة S (A 6 مع B 9) طرفة T

توصيل المجموعات لتشغيل المحرك على (٨ قطب) (٧٠٠ لفة/دقيقة)

الوجه الأول وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(A 2 مع A 8, B 8 مع A 11, B11 مع B5)

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 1 مع R 7, A 7 مع B 4, A 4 مع A 10)

الوجه الثالث وصل ارقام الآتية مع بعضها

(B 3 مع B 9, A 9 مع B 6, A 6 مع A 12)

توصيل نقطة النجمة

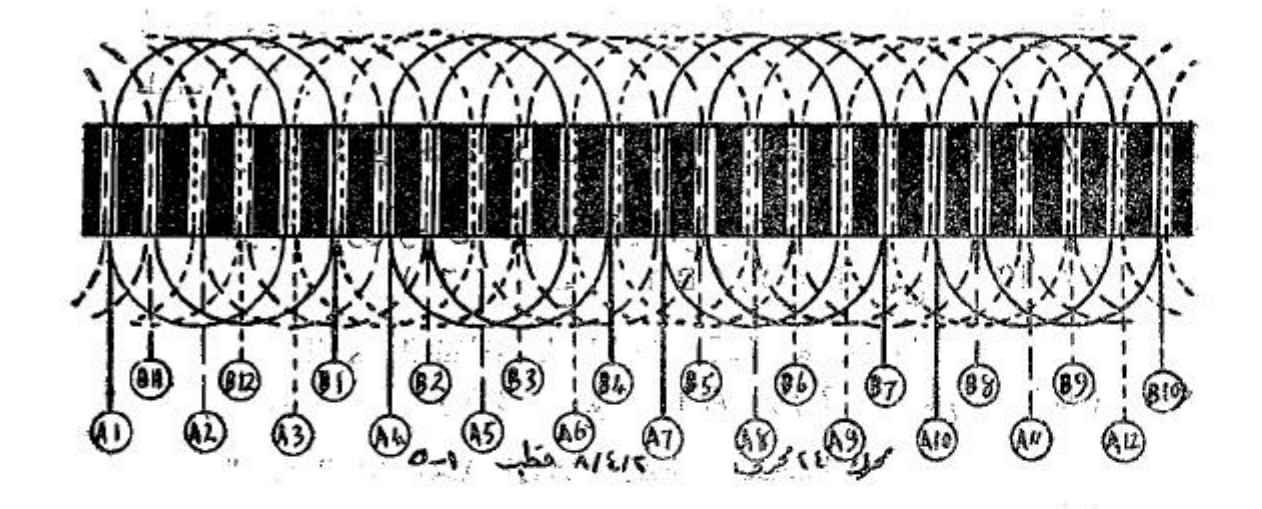
(A 1 مع A 3 مع A 5)

أطراف توصيل التيار

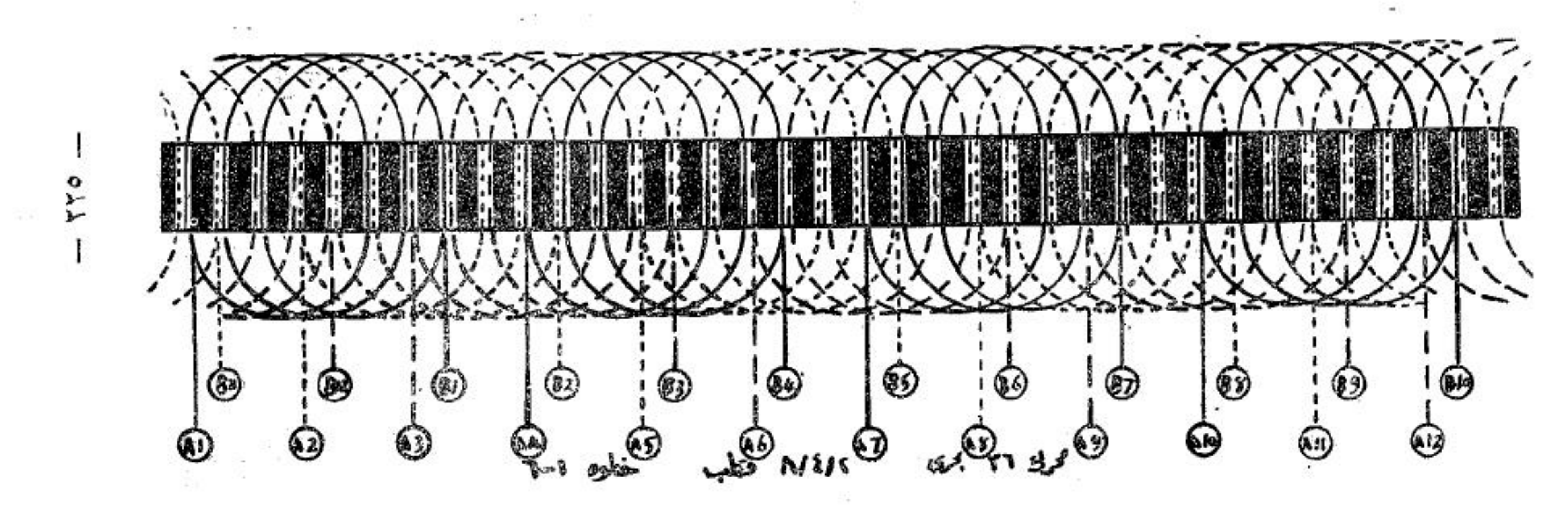
(B 2) طرف R (B 10) طرف S (B 12) T طرف

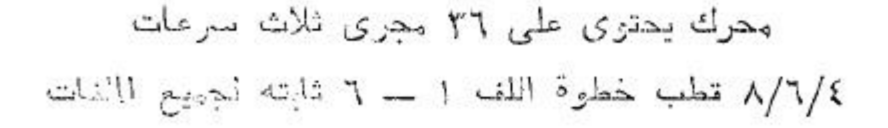
انفراد لف محرك ٣ اوجه ٣٦ مجرى ٣ سرعات

٨/٤/٢ قطب



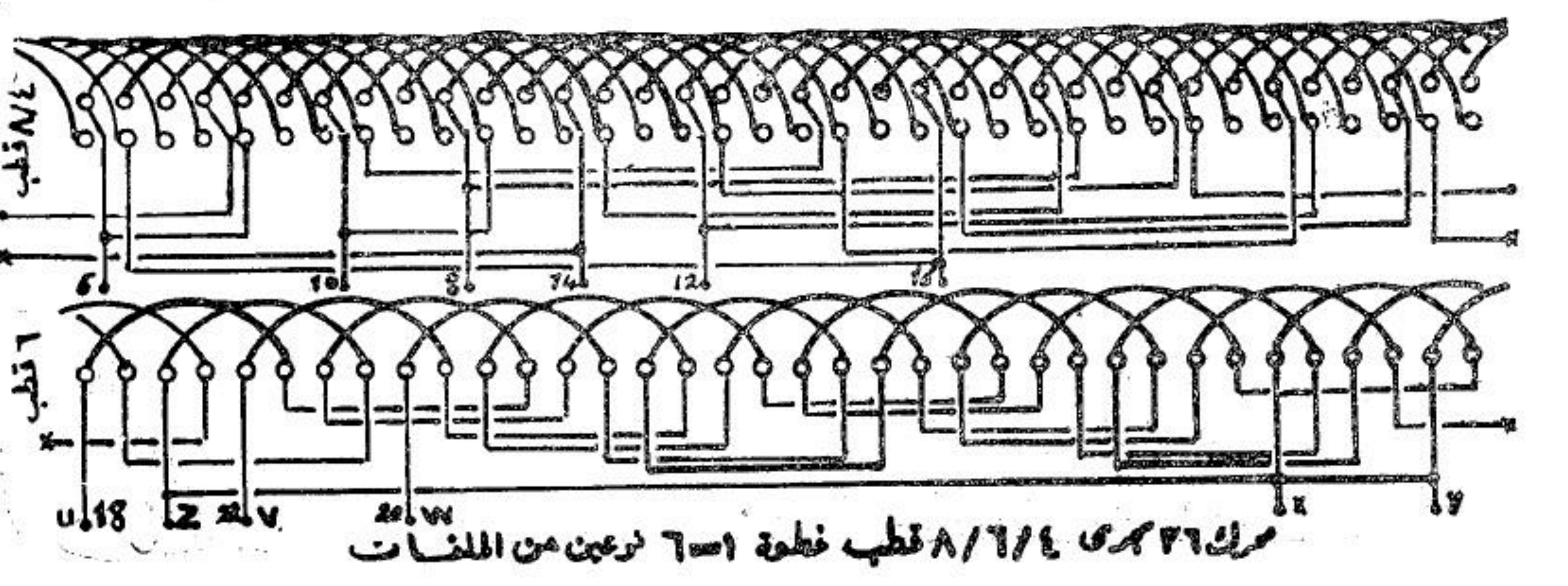
انفراد لف محرك ٣ أوجه ٣٦ مجرى ٣ سرعات
٢/٤/٨ قطب
اتبع فى تنفيذ هذا المحرك كل ما جاء فى المحرك السابق





محرك يحتوى على ٣٦ مجرى ثلاث سرعات

٨/٦/٤ قطب خطوة اللف ١ ــ ٦ ثابته لجميع الملفات

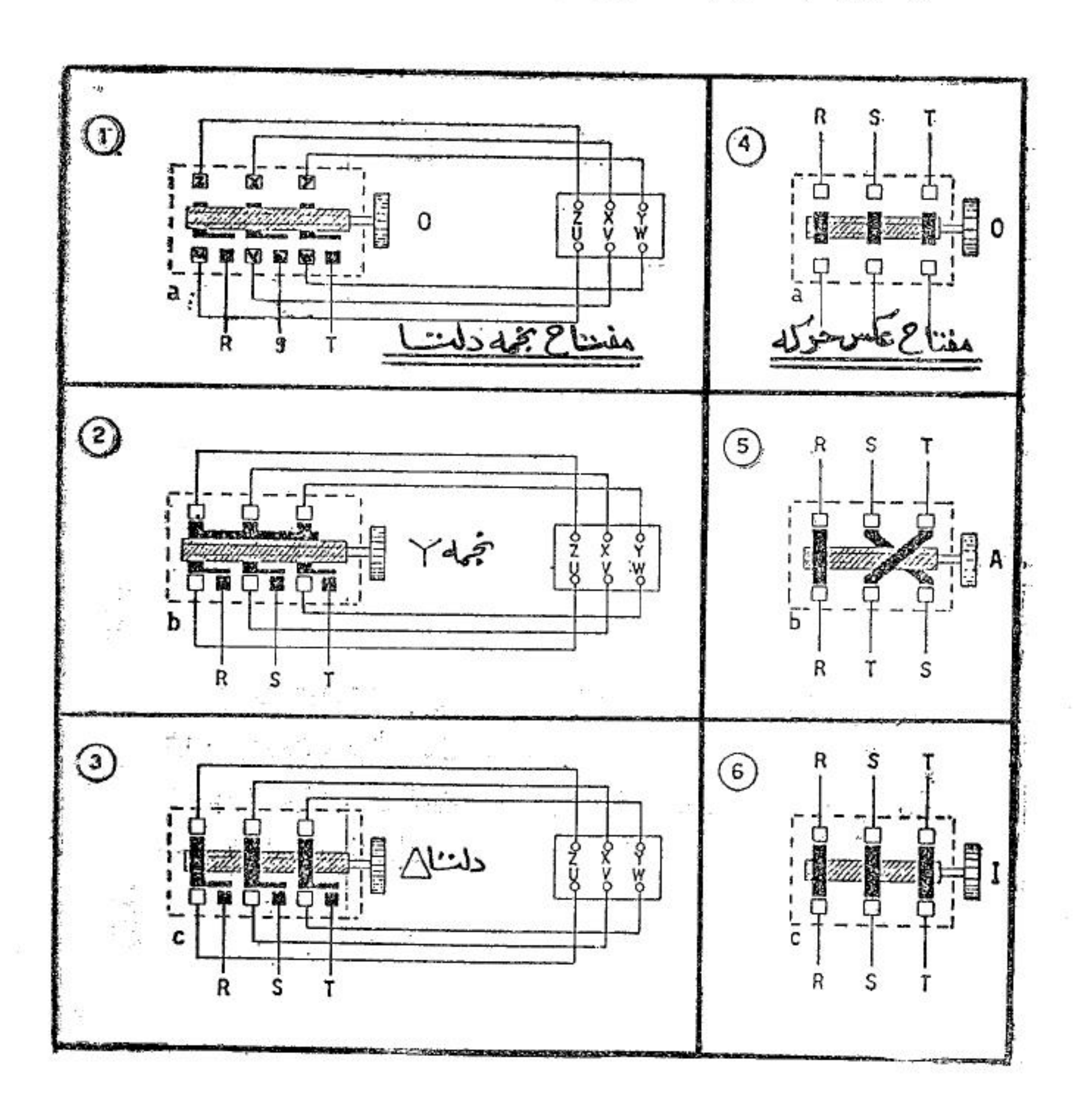


محرك ٣٦ مجرى ٨/٦/٤ قطب خطوة ١ــ٦ نوعين من الملفات

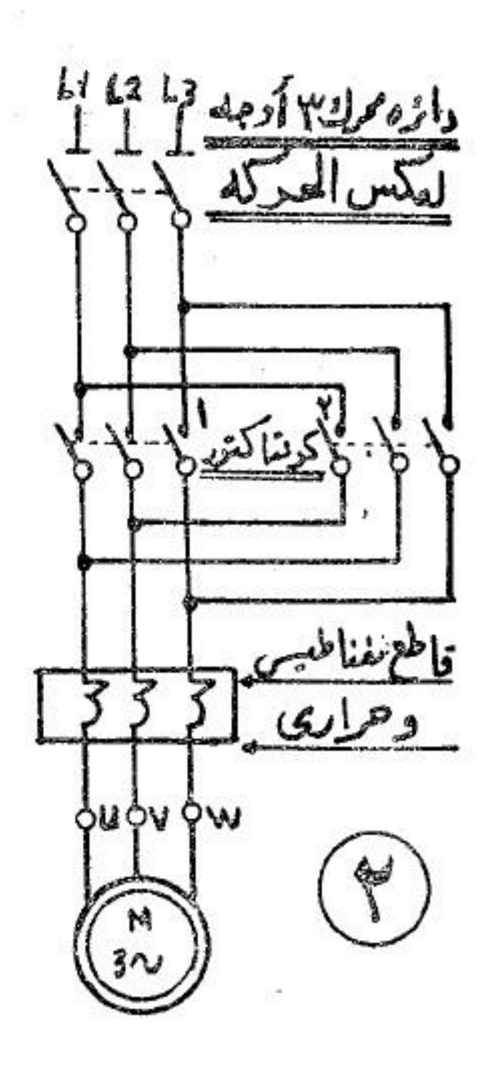
هذا المحرك يعتبر محركين داخل جسم واحد الأول سرعتين ٨/٤ والثانى سرعة واحدة وهى ٦ قطب تنفذ عادى أما ٨/٤ قطب تنفذ حسب السرعات .

دوائر التشغيل والتحكم

فى دوائر القوى يستعمل للتشغيل أو التحكم الكونتكتورات أو المفاتيح الأتوماتيكية أو اليدوية سواء المستعمل فيها قواطع حرارية أو مغناطيسية أو حرارية ومغناطيسية معا والرسومات الآتية تبين مختلف هذه الدوائر .

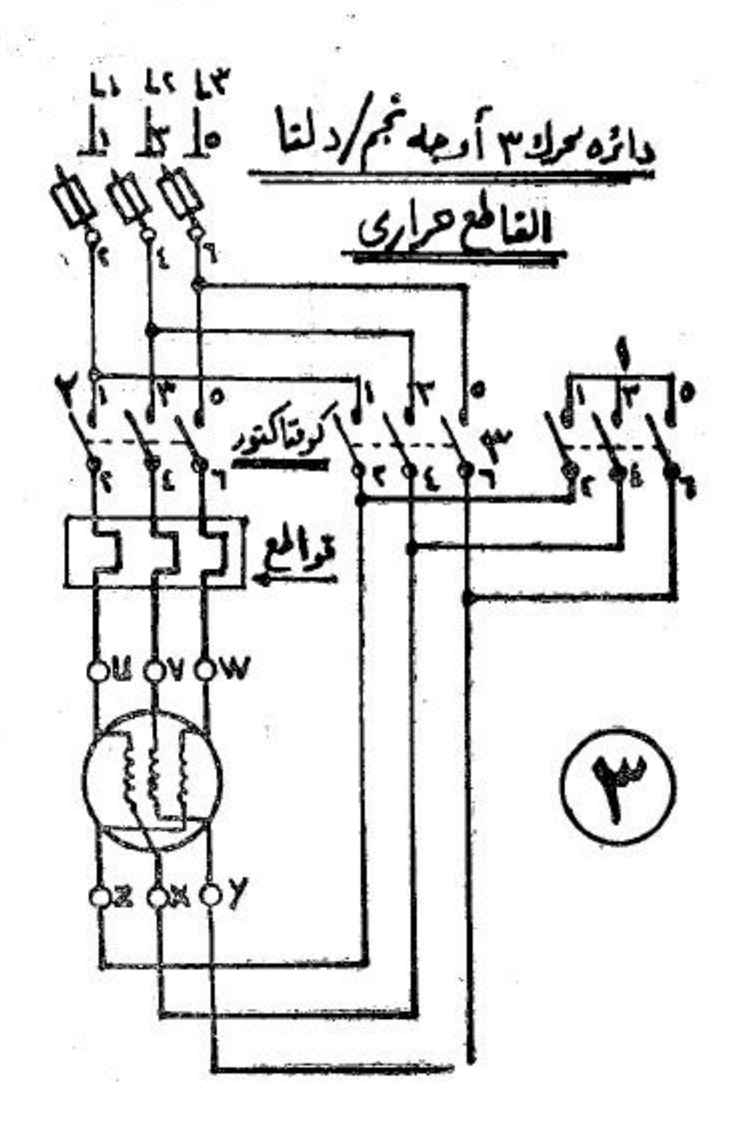


دائرة لعكس حركة محرك ثلاثة أوجه



فى هذه الدائرة استبدل القاطع الحرارى بقاطع آخر من نوع مغناطيسى حرارى ونلاحظ عند استعمال هذا النوع من القواطع لا نستعمل مصهرات . وفى هذه الدائرة نجد أن الكونتاكتور رقم (١) خاص باتجاه للدوران ورقم (٢) خاص باتجاه آخر للدوران .

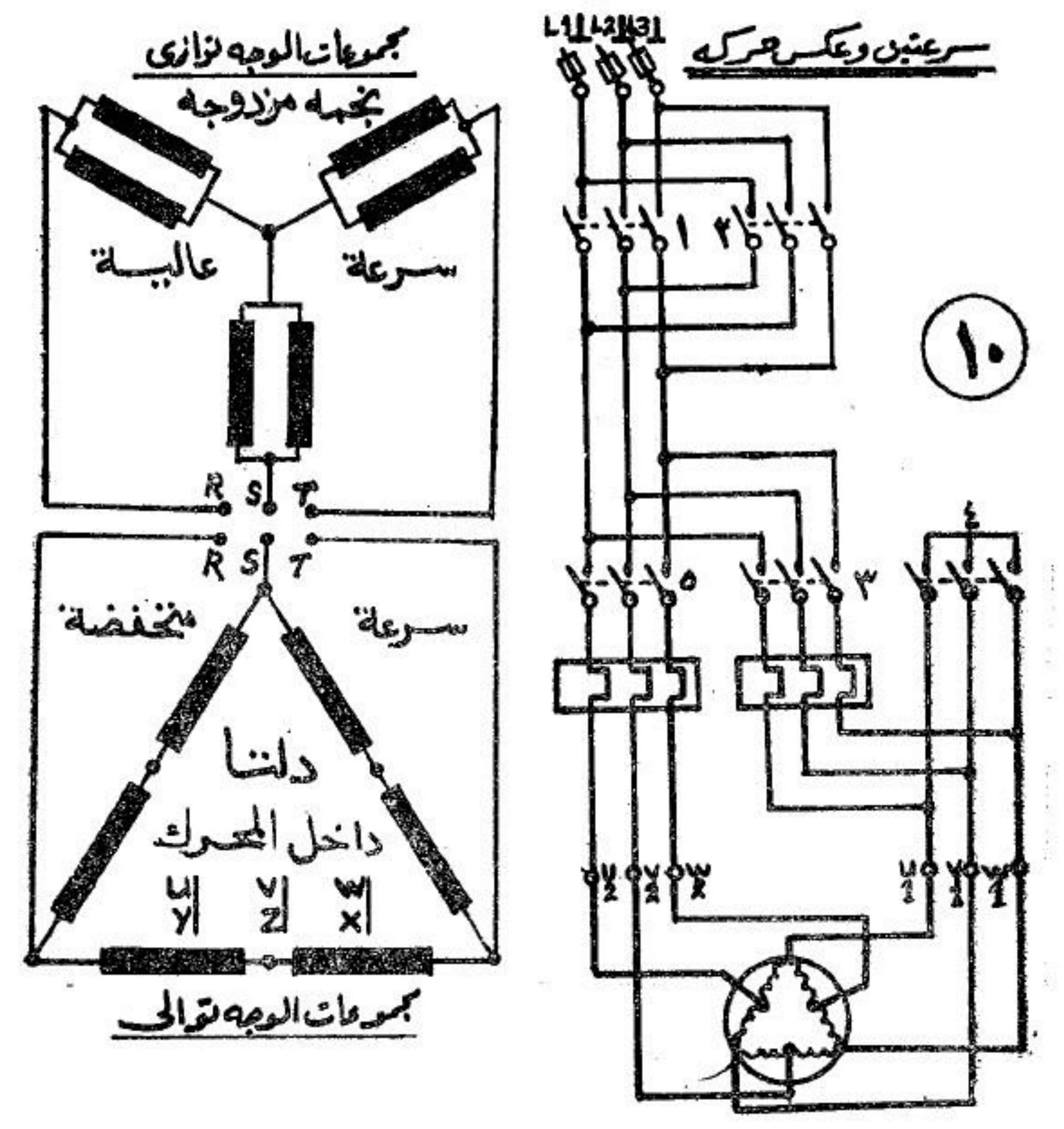
دائرة محرك ثلاثة أوجه نجم / دلتا



فى هذه الدائرة استعمل قاطع من النوع الحـــرارى مع اســــتعمال المصهرات كما نجد أن هناك عدد ثلاثة كونتاكتور يستعمل فيها رقم (١) ورقم (٢) لتشغيل المحرك نجمة مع ترك رقم (٣) دون استعمال .

عند تحويل المحرك على الدلتا يفتح الكونتاكتور رقم (١) ويوصل رقم (٣) مع رقم (٢) باقى التوصيل .

دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين مع عكس الحركة



فى هذه الدائرة استعمل عدد اثنين قاطع حرارى وعدد خمسة كونتاكتور ولتشغيل المحرك للحصول على سرعة معينة وفى اتجاه معين نتبع الآتى :

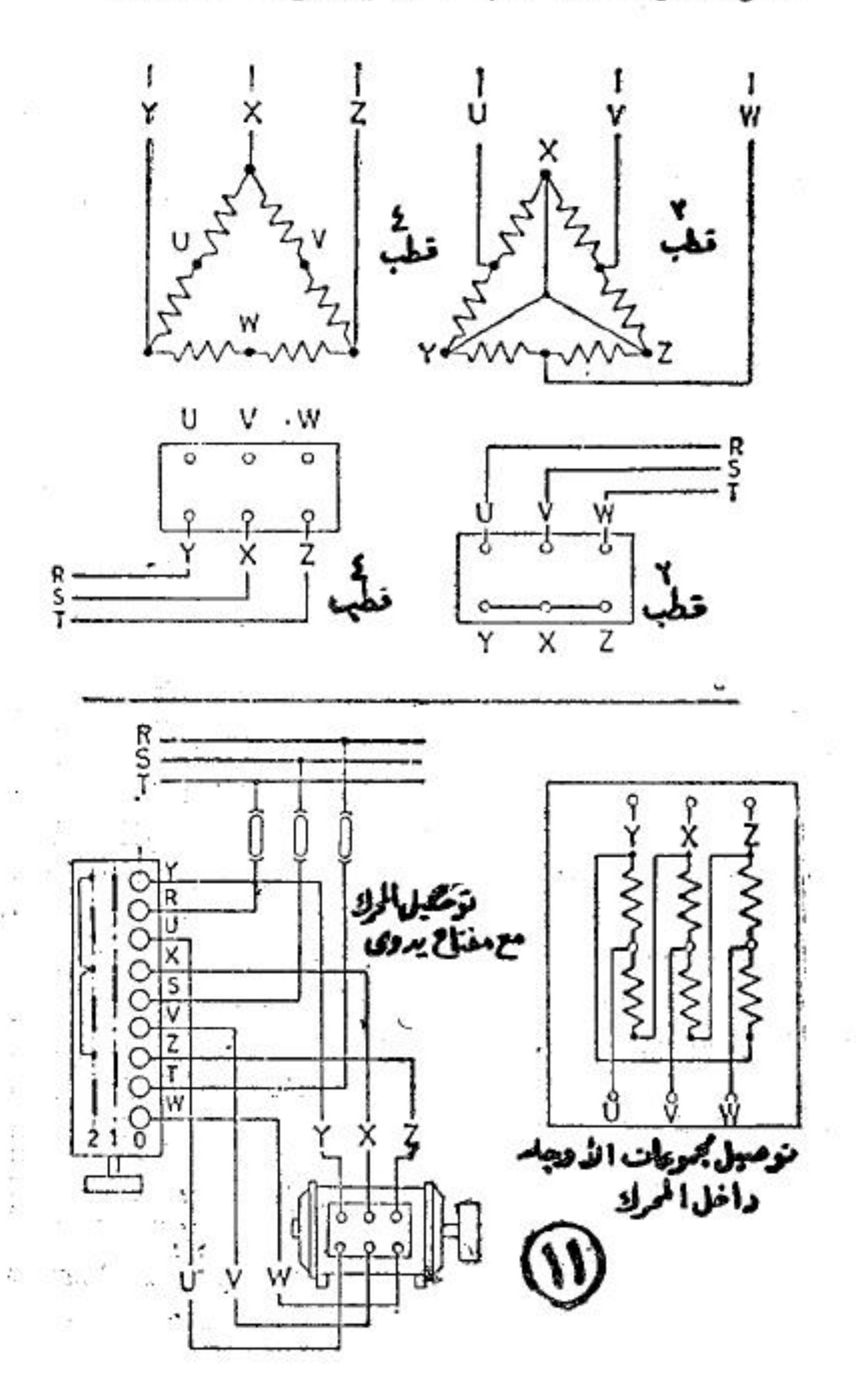
١ — للحصول على سرعة منخفضة فى اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٣) .

٢ — للحصول على سرعة منخفضة فى اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) .

٣ — للحصول على سرعة عالية فى اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٤) ورقم (٥) .

٤ — للحصول على سرعة عالية فى اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٤) ورقم (٥) .

دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين مع مفتاح يدوى



جدول قطر ومساحة مقطع أسلاك اللف وشدة التيار

قطر السلك	القطر بالعزل	مساحة مقطع السلك	أقصى شدة تيار يتحملها	المقاومة للأمتر	عدد اللفات في كل سم²
مم	مم	مم²	A	أوم	لفة
٠٫٠٥	٠٫٠٦٢	٠٫٠٠٢٠	٠٫٠٠٥	٨٫٩٤	٢٠٠٠٠
٠٫٠٦	٠٫٠٧٥	٠٫٠٠٢٨	٠٫٠٠٧	٦٫٢١	١٥٠٠٠
٠٫٠٧	٠٫٠٨٥	٠٫٠٠٢٩	٠٫٠١٠	٤٫٥٦	١١٠٠٠
٠٫٠٨	٠٫٠٩٥	٠٫٠٠٥٠	٠٫٠١٢	٢٫٤٩	٩٠٠٠
٠٫٠٩	٠٫١٠٨	٠٫٠٠٦٤	٠٫٠١٩	٢٫٧٦	٧٠٠٠
٠٫١٠	٠٫١١٥	٠٫٠٠٧٩	٠٫٠٢٠	٢٫٢٢	٦٠٠٠
٠٫١١	٠٫١٢	٠٫٠٠٩٥	٠٫٠٢٤	١٫٨٤	٥٠٠٠
٠٫١٢	٠٫١٤	٠٫٠١١٣	٠٫٠٢٩	١٫٥٥	٤٤٠٠
٠٫١٣	٠٫١٥	٠٫٠١٣٣	٠٫٠٣٤	١٫٣٢	٣٦٠٠
٠٫١٤	٠٫١٦	٠٫٠١٥٤	٠٫٠٣٩	١٫١٤	٣٢٠٠
٠٫١٥	٠٫١٧	٠٫٠١٧٧	٠٫٠٤٥	٠٫٩٩	٢٨٠٠
٠٫١٦	٠٫١٨	٠٫٠٢٠١	٠٫٠٥١	٠٫٨٦	٢٥٠٠
٠٫١٧	٠٫١٩	٠٫٠٢٢٧	٠٫٠٥٨	٠٫٧٧٧	٢٢٥٠
٠٫١٨	٠٫٢٠	٠٫٠٢٥٤	٠٫٠٦٥	٠٫٦٨٩	٢٠٠٠
٠٫١٩	٠٫٢١	٠٫٠٢٨٤	٠٫٠٧٢	٠٫٦١٩	١٨٠٠
٠٫٢٠	٠٫٢٢	٠٫٠٣١٤	٠٫٠٨٠	٠٫٥٥٧	١٦٥٠
٠٫٢١	٠٫٢٣	٠٫٠٣٤٦	٠٫٠٨٨	٠٫٥٠٧	١٥٠٠
٠٫٢٢	٠٫٢٤	٠٫٠٣٨٥	٠٫٠٩٧	٠٫٤٦٠	١٤٠٠
٠٫٢٣	٠٫٢٥	٠٫٠٤٢٠	٠٫١٠٦	٠٫٤٢٢	١٣٠٠
٠٫٢٤	٠٫٢٦	٠٫٠٤٥٠	٠٫١١٦	٠٫٣٨٨	١٢٥٠
٠٫٢٥	٠٫٢٧	٠٫٠٤٩	٠٫١٢٥	٠٫٣٥٧	١١٠٠
٠٫٢٦	٠٫٢٨٥	٠٫٠٥٣	٠٫١٣٥	٠٫٣٣٠	١٠٠٠
٠٫٢٧	٠٫٢٩٥	٠٫٠٥٧	٠٫١٤٥	٠٫٣٠٦	٩٥٠
٠٫٢٨	٠٫٣٠٥	٠٫٠٦٢	٠٫١٥٧	٠٫٢٨٥	٨٧٠
٠٫٢٩	٠٫٣١٥	٠٫٠٦٦	٠٫١٦٨	٠٫٢٦٦	٨٠٠
٠٫٣٠	٠٫٣٢	٠٫٠٧١	٠٫١٨٠	٠٫٢٤٨	٧٧٠
٠٫٣١	٠٫٣٤	٠٫٠٧٥	٠٫١٩٢	٠٫٢٣٢	٧٢٠
٠٫٣٢	٠٫٣٥	٠٫٠٨٠	٠٫٢٠٥	٠٫٢١٨	٦٩٠
٠٫٣٣	٠٫٣٦	٠٫٠٨٦	٠٫٢١٨	٠٫٢٠٥١	٦٥٠
٠٫٣٤	٠٫٣٧	٠٫٠٩١	٠٫٢٣٢	٠٫١٩٣٢	٦٠٠
٠٫٣٥	٠٫٣٨	٠٫٠٩٦	٠٫٢٤٥	٠٫١٨٢٤	٥٨٠
٠٫٣٦	٠٫٣٩	٠٫١٠٢	٠٫٢٥٩	٠٫١٧٢٤	٥٤٠
٠٫٣٧	٠٫٤٠	٠٫١٠٨	٠٫٢٧٤	٠٫١٦٣٢	٥٢٠

(تابع) جدول أسلاك اللف

قطر السلك	القطر بالعزل	مساحة مقطع السلك	أقصى شدة تيار يتحملها	المقاومة لكل متر	عدد اللفات في كل سم
٠٫٣٨	٠٫٤١	٠٫١١٣	٠٫٢٨٩	٠٫١٥٤٧	٥٠٠
٠٫٣٩	٠٫٤٢	٠٫١٢٠	٠٫٣٠٤	٠٫١٤٦٩	٤٧٥
٠٫٤٠	٠٫٤٣	٠٫١٢٦	٠٫٣٢٠	٠٫١٣٩٦	٤٥٠
٠٫٤٢	٠٫٤٥	٠٫١٣٩	٠٫٣٥٢	٠٫١٢٦٦	٤٢٠
٠٫٤٣	٠٫٤٦	٠٫١٤٥	٠٫٣٧٠	٠٫١٢٠٩	٣٩٠
٠٫٤٥	٠٫٤٨	٠٫١٥٩	٠٫٤٠٥	٠٫١١٠٣	٣٧٠
٠٫٤٧	٠٫٥٠	٠٫١٧٣	٠٫٤٤٢	٠٫١٠١٢	٣٤٠
٠٫٤٨	٠٫٥١	٠٫١٨١	٠٫٤٦١	٠٫٠٩٧٠	٣٢٠
٠٫٥٠	٠٫٥٤	٠٫١٩٦	٠٫٥٠٠	٠٫٠٨٩٤	٣٠٠
٠٫٥٥	٠٫٥٩	٠٫٢٣٨	٠٫٦٠٥	٠٫٠٧٣٨	٢٥٠
٠٫٦٠	٠٫٦٤	٠٫٢٨٣	٠٫٧٢٠	٠٫٠٦٢١	٢١٠
٠٫٦٥	٠٫٦٩	٠٫٣٣٤	٠٫٨٤٥	٠٫٠٥٦٢	١٨٠
٠٫٧٠	٠٫٧٤	٠٫٣٨٥	٠٫٩٨٠	٠٫٠٤٥٥	١٦٠
٠٫٧٥	٠٫٧٩	٠٫٤٤٧	١٫١٢٥	٠٫٠٣٩٥	١٤٠
٠٫٨٠	٠٫٨٤	٠٫٥٠٤	١٫٢٨٠	٠٫٠٣٤٨	١٢٠
٠٫٨٥	٠٫٩٠	٠٫٥٧٠	١٫٤٤٥	٠٫٠٣١٨	١١٠
٠٫٩٠	٠٫٩٤	٠٫٦٣٦	١٫٦٢٠	٠٫٠٢٧٥	١٠٠
٠٫٩٥	١٫—	٠٫٧١١	١٫٨٥٠	٠٫٠٢٤٦	٩٠
١٫—	١٫٠٥	٠٫٧٨٦	٢٫—	٠٫٠٢٢٣	٨٣
١٫١٠	١٫١٦	٠٫٩٥١	٢٫٤٢٠	٠٫٠١٨٤	٦٧
١٫٢٠	١٫٢٦	١٫١٣١	٢٫٨٨٠	٠٫٠١٥٥	٥٥
١٫٣٠	١٫٣٦	١٫٣٢٩	٣٫٣٨٠	٠٫٠١٣٢	٤٥
١٫٤٠	١٫٤٦	١٫٥٤٠	٣٫٩٢٠	٠٫٠١١٤	٤٠
١٫٥٠	١٫٥٦	١٫٧٧٠	٤٫٥٠٠	٠٫٠٠٩٩	٣٣
١٫٦٠	١٫٦٦	٢٫٠١٥	٥٫١٢٠	٠٫٠٠٨٧	٢٨
١٫٧٠	١٫٧٦	٢٫٢٧٥	٥٫٧٨٠	٠٫٠٠٧٧	٢٤
١٫٧٥	١٫٨١	٢٫٣٦٥	٦٫١٢٥	٠٫٠٠٧٣	٢٠
١٫٨٠	١٫٨٦	٢٫٥٤٥	٦٫٤٨٠	٠٫٠٠٦٩	١٧
١٫٩٠	١٫٩٦	٢٫٨٤٠	٧٫٢٢٠	٠٫٠٠٦٢	١٤
٢٫—	٢٫٠٧	٣٫١٤٢	٨٫—	٠٫٠٠٥٦	١٢
٢٫٢٠	٢٫٢٧	٣٫٨٠٠	٩٫٥٠٠	٠٫٠٠٤٦	١٠
٢٫٥٠	٢٫٥٧	٤٫٩١٠	١٢٫٥٠٠	٠٫٠٠٣٦	٧

اقصى تيار يسمح بمروره فى الأســـلاك المعزولة بالمطاط والبلاستيك

نحـــاس

المقطع الاسمى	تكوين الموصل	المقطع مم² الفعلى	المقاومة عند درجة ٢٠°م	شدة التيار
١م²	١ × ١٫١٠م	٠٫٩٥	١٨٫٥ أوم/كم	٥
١٫٥	١ × ١٫٤٠	١٫٥٤٠	١١٫٤٠	٧
٢	١ × ١٫٦٠	٢٫٠١٠	٨٫٧٣	١٠
٣	٧ × ٠٫٧٤	٣٫٠١٠	٥٫٨٤٠	١٥
٤	٧ × ٠٫٨٥	٣٫٩٧٤	٤٫٢٦٠	٢٢
٦	٧ × ١٫٠٥	٦٫٠٦١	٢٫٨٥٦	٢٨
١٠	٧ × ١٫٣٠	٩٫٢٩١	١٫٧٥٥	٣٥
١٦	٧ × ١٫٧٠	١٥٫٨٨٩	١٫١٠٧	٤٢
٢٥	١٩ × ١٫٣٠	٢٥٫٢١٨	٠٫٦٤٩	٦٥
٣٥	١٩ × ١٫٥٠	٣٣٫٥٨٠	٠٫٥٢٦	٨٠
٥٠	١٩ × ١٫٨٠	٤٨٫٤٣٩	٠٫٣٣٦	١١٠
٧٠	١٩ × ٢٫١٠	٦٥٫٨٠٨	٠٫٢٣٥	١٣٥

الومنيـــوم

مم²	مم	مم²	أوم كيلومتر	أمبير
٦	٧ × ١٫٠٥	٦٫٠٦٤	٣٫٠٥٠	٢٢
١٠	٧ × ١٫٣٥	٩٫٢٩١	٢٫٨٧٥	٢٨
١٦	٧ × ١٫٧٠	١٥٫٨٨٩	١٫٧٩٠	٣٣
٢٥	٧ × ٢٫١٤	٢٥٫٠٢١	١٫٠٦٠	٥٢
٣٥	٧ × ٢٫٥٢	٣٤٫٠٧٩	٠٫٨٦٠	٦٤
٥٠	٧ × ٣٫٠٠	٤٩٫٤٢٠	٠٫٦٠٦	٨٨
٧٠	١٩ × ٢٫١٤	٦٩٫٧٠٠	٠٫٤٣٣	١٠٥
٩٥	١٩ × ٢٫٥٢	٩٤٫٤٣٠	٠٫٣١٩	١٤٤

جدول لحساب شدة التيار (أمبير)
فى محركات التيار المتغير وجه وثلاثة أوجه

جدول حساب شدة التيار فى المحركات

الأمبير								القدرة	
مستمر	وجه واحد	محركات ثلاثة اوجه تردد من ٥٠ – ٦٠							
٢٢٠ ف	٢٢٠ ف	٦٦٠	٥٠٠	٤٤٠	٤١٥	٣٨٠	٢٢٠ ف	حصان	كيلووات
٤,٢٦	٣,١٢	٠,٦	١			١,٠٣	١,٨	٠,٥	٠,٣٧
٣,٣١	٤,٧٦	٠,٩	١,٢١			١,٦	٢,٧٥	٠,٧٥	٠,٥٥
٤,٢٩	٦,٠١	١,١	١,٥	١,٦٨	٢	٢	٣,٥	١,٠	٠,٧٥
٦,٢٥	٧,٦	١,٥	٢	٢,٣٧	٢,٥	٢,٦	٤,٤	١,٥	١,١
٨,٢٥	١٠,٤	٢	٢,٦	٣,٠٦	٣,٥	٣,٥	٦	٢	١,٥
١٢,٣	١٥,١	٢,٨	٣,٨	٤,٤٢	٥	٥	٨,٧	٣	٢,٢
١٦,٢	٢٠	٣,٨	٥	٥,٧٧	٦,٥	٦,٦	١١,٥	٤	٣
٢٦,٦	٢٥,١	٤,٩	٦,٥			٨,٥	١٤,٥	٥,٥	٤
٢٩,٢	٣٤,٦	٦,٦	٩	١٠,٤	١١	١١,٥	٢٠	٧,٥	٥,٥
٣٨,٤	٤٦,٨	٨,٩	١٢	١٣,٧	١٤	١٥,٥	٢٧	١٠	٧,٥
٥٢	٦٠	١١,٥	١٥			٢٠	٣٥	١٣,٥	١٠
٥٧	٦٨	١٢,٧	١٧	٢٠,١	٢١	٢٢	٣٩	١٥	١١
٧٦	٩٠	١٧,٣	٢٣	٢٦,٥	٢٨	٣٠	٥٢	٢٠	١٥
٩٤	١١١	٢١,٣	٢٨,٥	٣٢,٨	٣٥	٣٧	٦٤	٢٥	١٨,٥
١١٣	١٣٠	٢٥,٤	٣٣	٣٩	٤٠	٤٤	٧٥	٣٠	٢٢
١٥٠	١٧٨	٣٤,٦	٤٥	٥١,٥	٥٥	٦٠	١٠٣	٤٠	٣٠
١٨٦	٢١٨	٤١,٨	٥٥	٦٤	٦٦	٧٢,٥	١٢٦	٥٠	٣٧
٢٢١	٢٥٤	٤٩	٦٥	٧٦,٣	٨٠	٨٥	١٤٧	٦٠	٤٥
٢٧٦	٣١٥	٦٠,٦	٨٠		١	١٠٥	١٨٢	٧٥	٥٥
٣٦٤	٤١٤	٧٩,٦	١٠٥	١٢٥	١٣٥	١٣٨	٢٣٩	١٠٠	٧٥

جدول سعة المكثفات المستعملة مع محركات الوجه الواحد المزودة والغير مزودة بمفتاح طارد

محركات وجه واحد غير مزوده بمفتاح طرد

محركات ٢ قطب			ميكروفراد	
القدرة وات	الفولت	الزبير	سعة المكثف من	سعة المكثف الى
١٢٠	٢٢٠	١,٠٦	٥	٨
١٨٠	٢٢٠	١,٤٤	٧	١٠
٢٥٠	٢٢٠	١,٨	٧	١٠
٣٧٠	٢٢٠	٢,٥٢	١٠	١٥
٥٥٠	٢٢٠	٣,٦٥	١٤	٢٠
٧٥٠	٢٢٠	٤,٨٥	١٨	٢٢
١١٠٠	٢٢٠	٦,٨	٢٥	٣٥
١٥٠٠	٢٢٠	٩,١	٤٥	٦٠

محركات ٤ قطب			ميكروفراد	
القدرة وات	الفولت	الزبير	سعة المكثف من	سعة المكثف الى
٩٠	٢٢٠	٠,٩٨	٣	٥
١٢٠	٢٢٠	١,٢٣	٤	٦
١٨٠	٢٢٠	١,٥٥	٦	٩
٢٥٠	٢٢٠	١,٩٨	٨	١٢
٣٧٠	٢٢٠	٢,٧	١٠	١٦
٥٥٠	٢٢٠	٣,٨٥	١٨	٢٢
٧٥٠	٢٢٠	٤,٩	٢٢	٣٠
١١٠٠	٢٢٠	٧,–	٣٥	٤٠

محركات وجه واحد مزوده بمفتاح طرد مركزي

محركات ٢ قطب			ميكروفراد	
القدرة وات	الفولت	الزبير	سعة المكثف من	سعة المكثف الى
٩٠	٢٢٠	١,٥٤	١٢	١٨
١٢٠	٢٢٠	١,٧٤	١٢	١٨
١٨٠	٢٢٠	١,٩٧	٢٠	٣٠
٢٥٠	٢٢٠	٢,٥٨	٣٢	٤٥
٣٧٠	٢٢٠	٣,٦	٥٠	٥٥
٥٥٠	٢٢٠	٥,–	٥٥	٦٥
٧٥٠	٢٢٠	٦,٢	٧٥	١٠٠
١١٠٠	٢٢٠	٨,٦	١١٠	١٣٠
١٥٠٠	٢٢٠	١١,٥	١٤٠	١٧٠
٣٢٠٠	٢٢٠	١٦,٥	٢٠٠	٢٤٠

محركات ٤ قطب			ميكروفراد	
القدرة وات	الفولت	الزبير	سعة المكثف من	سعة المكثف الى
١٢٠	٢٢٠	١,٩٢	١٥	٢٢
١٨٠	٢٢٠	٢,٤٧	٢٥	٣٠
٢٥٠	٢٢٠	٣,٠٥	٣٥	٤٥
٣٧٠	٢٢٠	٤,٤	٣٥	٤٥
٥٥٠	٢٢٠	٥,٥	٥٠	٦٠
٧٥٠	٢٢٠	٧,٣	٩٠	١١٠
١١٠٠	٢٢٠	٩,٧	١١٥	١٢٥
١٥٠٠	٢٢٠	١٢,٨	١٣٠	١٤٥
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

باب الجداول الخاصة بالمحولات

قلب المحول وفيه القدرة

القدرة وات	ساحه مقطع القلب بوصه مربعه تردد ٤٠	تردد ٥٠	تردد ٦٠
١٠	٠,٤٠	٠,٣٠	٠,٢٥
١٥	٠,٥٠	٠,٤٠	٠,٣٠
٢٠	٠,٦٠	٠,٥٠	٠,٤٠
٢٥	٠,٧٥	٠,٦٠	٠,٥٠
٥٠	١,٢٥	١,٠٠	٠,٨٠
٧٥	١,٥٠	١,٢٥	١,٠٠
١٠٠	١,٧٥	١,٥٠	١,٢٥
١٥٠	٢,٠٠	١,٧٥	١,٥٠
٢٠٠	٢,٧٥	٢,٢٥	١,٧٥
٢٥٠	٣,٠٠	٢,٥٠	٢,٢٥
٣٥٠	٣,٥	٣,٠٠	٢,٥٠
٤٠٠	٣,٧٥	٣,٠٠	٢,٥٠
٤٥٠	٤,٠٠	٣,٢٥	٢,٧٥
٥٠٠	٤,٥٠	٣,٥٠	٣,٢٥
٧٥٠	٥,٠٠	٤,٠٠	٣,٥٠
١٥٠٠	٦,٠٠	٤,٧٥	٣,٧٥

جدول عدد لفات الفولت الواحد حسب التردد

ساحه مقطع القلب بوصة"	الساحه الفعليه	عدد لفات الفولت الواحد تردد ٤٠	تردد ٥٠	تردد ٦٠	عرض القلب	عدد الرقائق
١/٢ × ٩/١٦	٠,٢٥	—	—	٢٣,٣	١/٢	٣٦
٥/٨ × ٩/١٦	٠,٣٠	—	٢٣,٣	١٩,٥	٥/٨	٣٦
٥/٨ × ٣/٤	٠,٤٠	٢٣	١٧,٥	١٤,٦	٥/٨	٤٨
٣/٤ × ٣/٤	٠,٥٠	١٧,٥	١٤	١١,٧	٣/٤	٤٨
٣/٤ × ٧/٨	٠,٦٠	١٤,٦	١١,٧	٩,٧٥	٣/٤	٥٦
٧/٨ × ٧/٨	٠,٧٠	١٢,٥	١٠	٧,٣٥	٧/٨	٥٦
١٥/١٦ × ١٥/١٦	٠,٨٠	١١	٨,٧٥	٧,٢٠	١٥/١٦	٦٠
١ × ١	٠,٩٠	٩,٧٥	٧,٨	٦,٥	١	٦٤
١ × ١ ١/٨	١,٠	٨,٧٥	٧	٥,٨٥	١	٧١
١ ١/٤ × ١ ١/٤	١,٢٥	٧	٥,٦	٤,٧٠	١ ١/٤	٨٨
١ ١/٤ × ١ ٣/١٦	١,٥	٥,٨٥	٤,٦٥	٣,٩٠	١ ١/٤	٩١
١ ١/٤ × ١ ٣/٨	١,٧٥	٥	٤	٣,٣٤	١ ١/٤	٩٦
١ ١/٢ × ١ ١/٣	٢	٤,٣٧	٣,٥	٢,٦٠	١ ١/٢	١٠٠
١ ٥/٨ × ١ ٥/٨	٢,٢٥	٣,٩٠	٣,٢	٢,٣٤	١ ٥/٨	١٠٤
١ ٥/٨ × ١ ٣/٤	٢,٥	٣,٥٠	٢,٨	٢,١٣	١ ٥/٨	١١٢
١ ٣/٤ × ١ ٣/٤	٢,٧٥	٣,٢٠	٢,٥	٢,١٢	١ ٣/٤	١١٢
١ ٧/٨ × ١ ٧/٨	٣	٢,٩٠	٢,٣٣	١,٩٥	١ ٧/٨	١٢٠
٢ × ١ ٧/٨	٣,٢٥	٢,٧٠	٢,١٦	١,٨٠	٢	١٢٠
٢ × ٢	٣,٥	٢,٥٠	٢	١,٦٧	٢	١٢٨
٢ × ٢ ٣/٨	٣,٧٥	٢,٤٠	١,٨٦	١,٥٦	٢	١٣٠

جدول اسلاك النيكل كروم المستديرة المقطع والمبطط

جدول سلك نيكل كروم (مبطط)

مساحة المقطع: عرض (مم)	مساحة المقطع: سمك (مم)	الوزن كغ لكل ١٠٠ م	المقاومة لكل متر عند ٢٠°م	التحميل عند ٢٠٠°م
٣	٠٫٣	٠٫٧٣٥	١٫٣٨	٨٫٧
٣	٠٫٢٥	٠٫٦١٢	١٫٦٦	٨
٣	٠٫٢	٠٫٤٩	٢٫٠٧	٦٫٤
٣	٠٫١	٠٫٢٤٩	٤٫١٥	٤٫٧
٢٫٥	٠٫٢٥	٠٫٥١	١٫٩٩	٧
٢٫٥	٠٫٢	٠٫٤٠٨	٢٫٤٩	٦
٢٫٥	٠٫١٥	٠٫٣٠٦	٣٫٣٢	٥٫٣
٢٫٥	٠٫١	٠٫٢٠٤	٤٫٩٨	٣٫٨
٢	٠٫٢٠	٠٫٣٢٦	٣٫١١	٥٫١
٢	٠٫١٥	٠٫٢٤٤	٤٫١٤	٤٫٢
٢	٠٫١٠	٠٫١٦٣	٦٫٢٢	٣٫٤
٠٫٧	٠٫٠٥	٠٫٠٢٨	٣٥٫٥٣	٠٫٢٦
٠٫٦	٠٫٠٥	٠٫٠٢٤	٤١٫٥٠	١٫١٥

مساحة المقطع: عرض (مم)	مساحة المقطع: سمك (مم)	الوزن كغ لكل ١٠٠ م	المقاومة لكل متر عند ٢٠°م	التحميل عند ٢٠٠°م
١٫٨	٠٫٢٠	٠٫٢٩٤	٣٫٤٥	٤٫٦
١٫٨	٠٫١٥	٠٫٢٢	٤٫٦١	٤
١٫٨	٠٫١٠	٠٫١٤٦	٦٫٩١	٣٫٢
١٫٦	٠٫٢٠	٠٫٢٦	٣٫٨٩	٤٫٥
١٫٦	٠٫١٥	٠٫١٩٥	٥٫١٩	٣٫٦
١٫٦	٠٫١٠	٠٫١٣٠	٧٫٧٨	٢٫٨
١٫٥	٠٫٢	٠٫٢٤٥	٤٫١٥	٤٫٧
١٫٥	٠٫١٥	٠٫١٨٣	٥٫٥٣	٣٫٦
١٫٥	٠٫١٠	٠٫١٢٢	٨٫٣٠	٢٫٧
١٫٤	٠٫٢٠	٠٫٢٢٨	٤٫٤٤	٤٫١
١٫٤	٠٫١٥	٠٫١٧١	٥٫٩٨	٣٫٦
٠٫٥	٠٫١٠	٠٫٠٤١	٢٤٫٩٠	١٫٤
٠٫٥	٠٫٠٥	٠٫٠٢٠	٤٩٫٨	١

مساحة المقطع: عرض (مم)	مساحة المقطع: سمك (مم)	الوزن كغ لكل ١٠٠ م	المقاومة لكل متر عند ٢٠°م	التحميل عند ١٠٠°م
١٫٤	٠٫١٠	٠٫١١٤	٨٫٨٦	٢٫٧
١٫٢	٠٫١٥	٠٫١٤٦	٦٫٩١	٣٫٢
١٫٢	٠٫١٢٥	٠٫١٣٠	٧٫٧٨	٢٫٨
١٫٢	٠٫١٠	٠٫٠٩٨	١٠٫٣٧	٢٫٤
١	٠٫١٥	٠٫١٢٢	٨٫٣٠	٢٫٨
١	٠٫١٠	٠٫٠٨١	١٢٫٤٥	٢٫١
٠٫٩	٠٫١٥	٠٫١١	٩٫٢٢	٢٫٥
٠٫٩	٠٫١٠	٠٫٠٧٢	١٢٫٨٢	٢
٠٫٨	٠٫١٠	٠٫٠٦٥	١٥٫٥٦	١٫٧٥
٠٫٧	٠٫١٠	٠٫٠٥٧	١٧٫٧٨	١٫٦
٠٫٦	٠٫١٠	٠٫٠٤٩	٢٠٫٧٥	١٫٥
٠٫٤	٠٫١٠	٠٫٠٣٢	٣٦٫١٣	١٫٣
٠٫٤	٠٫٠٥	٠٫٠١٦	٦٢٫٢٦	٠٫٩٥

جدول سلك نيكل كروم (مستدير) ٥

القطر مم	التحميل أمبير	الوزن رطل لكل ١٠٠٠ قدم	المقاومة لكل متر
٥	٨٨	١٥٫٩	٠٫٠٠٥٦
٤	٦٢	١٠٫٢	٠٫٠٠٨٦
٣٫٥	٥١	٧٫٨	٠٫١١٤
٣	٤٠	٥٫٧	٠٫١٥٦
٢٫٨	٣٦	٥	٠٫١٧٨
٢٫٥	٣٢	٤	٠٫٢٢٥
٢٫٢	٢٦	٣٫١	٠٫٢٩
٢	٢٣	٢٫٥	٠٫٣٥
١٫٨	٢٠	٢	٠٫٤٣
١٫٦	١٧	١٫٦٤	٠٫٥٤
١٫٤	١٤	١٫٢٥	٠٫٧١
١٫٢	١١	٠٫٩٢	٠٫٩٧
١٫١	١٠	٠٫٧٧٥	١٫١٥
١	٨٫٨	٠٫٦٤	١٫٤

القطر مم	التحميل أمبير	الوزن رطل لكل ١٠٠٠ قدم	المقاومة لكل متر
٠٫٩	٧٫٧	٠٫٥٢	١٫٧
٠٫٨	٦٫٦	٠٫٤٥	٢٫١
٠٫٧	٥٫٥	٠٫٣١٥	٢٫٨
٠٫٦٥	٥	٠٫٢٧	٣٫٦
٠٫٦	٤٫٥	٠٫٢٣	٣٫٨
٠٫٥٥	٤	٠٫١٩٤	٤٫٦
٠٫٥	٣٫٥	٠٫١٦	٥٫٦
٠٫٤٥	٣٫٢	٠٫١٣	٦٫٩
٠٫٤	٢٫٦	٠٫١٠٢	٨٫٧
٠٫٣٥	٢٫٢	٠٫٠٧٨	١١٫٤
٠٫٣	١٫٧٥	٠٫٠٥٧	١٥٫٦
٠٫٢٨	١٫٦	٠٫٠٥	١٧٫٨
٠٫٢٥	١٫٤٥	٠٫٠٤	٢٢٫٤
٠٫٢٢	١٫٣	٠٫٠٣١	٢٩

القطر مم	التحميل أمبير	الوزن رطل لكل ١٠٠٠ قدم	المقاومة لكل متر
٠٫٢	١٫٢	٠٫٠٢٥	٣٥
٠٫١٨	١٫١	٠٫٠٢	٤٣
٠٫١٦	١	٠٫٠١٦٢	٥٤
٠٫١٤	٠٫٩	٠٫٠١٢٥	٧١
٠٫١٢	٠٫٧٧	٠٫٠٠٩٢	٩٧
٠٫١١	٠٫٦٩	٠٫٠٠٧٧	١١٥
٠٫١	٠٫٦	٠٫٠٠٦٤	١٤٠
٠٫٠٩	٠٫٥٥	٠٫٠٠٥٢	١٧٢
٠٫٠٨	٠٫٥	٠٫٠٠٤١	٢١٨
٠٫٠٧	٠٫٤٤	٠٫٠٠٣١	٢٨٥
٠٫٠٦	٠٫٣٨	٠٫٠٠٢٣	٣٨٨
٠٫٠٥	٠٫٣٢	٠٫٠٠١٦	٥٦١
٠٫٠٤	٠٫٢٦	٠٫٠٠١	٨٧٥

جدول تنفيذى لأجهزة التسخين (قطر، طول السلك)

القدرة وات	١١٠ ڤولت		٢٢٠ ڤولت	
	القطر	الطول	القطر	الطول
١٠٠	٠٫١	٢٫١٥	٠٫١	٣٫٤٠
١٥٠	٠٫٢٢	٢٫٣٠	٠٫١٤	٣٫٦٠
٢٠٠	٠٫٢٧	٣٫١٠	٠٫١٦	٤٫٣٠
٢٥٠	٠٫٣٠	٢٫٧٠	٠٫١٨	٤٫٣٠
٣٠٠	٠٫٣٥	٣٫٥٠	٠٫٢٢	٥٫٤٠
٣٥٠	٠٫٤٠	٣٫٨٠	٠٫٢٥	٦٫—
٤٠٠	٠٫٤٥	٤٫٣٠	٠٫٢٧	٦٫—
٥٠٠	٠٫٥٧	٥٫٥٠	٠٫٣٠	٦٫١٠
٦٠٠	٠٫٦٤	٥٫٨٠	٠٫٣٥	٦٫٨٠
٧٠٠	٠٫٧٠	٥٫٦٠	٠٫٤٠	٧٫٧٠
٨٠٠	٠٫٧٠	٥٫٣٠	٠٫٤٥	٨٫٧٠
٩٠٠	٠٫٨٠	٦٫—	٠٫٥٠	٩٫٢٠
١٠٠٠	٠٫٩٠	٦٫٨٠	٠٫٥٧	١١٫—
١١٠٠	٠٫٩٠	٦٫١٥	٠٫٦٠	١١٫—
١٢٠٠	١٫—	٧٫١٠	٠٫٦٠	١٠٫٨٠
١٣٠٠	١٫—	٦٫١٠	٠٫٦٤	١٠٫٧٠
١٤٠٠	١٫٢٠	٦٫٨٠	٠٫٧٠	١١٫٩٠
١٥٠٠	١٫٢٠	٨٫٢٠	٠٫٧٠	١١٫١٠
٢٠٠٠	١٫٤٠	٨٫٨٠	٠٫٨٠	١٣٫٧٠

يستعمل هذا الجدول فى حساب الملفات الخاصة بأجهزة التسخين حسب قدرة الجهاز مع العلم بأن كل من القطر المختار وطول السلك حسب شدة التيار وضغط الينبوع .

مطبعة الجبلاوى

٢٠٢ شارع الترعة البولاقية — شبرا مصر

رقم الايداع بدار الكتب ٣٥٠٦ / ١٩٩١